

INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBOUX

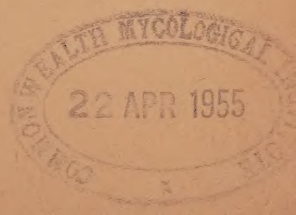
Tome XXIII, n° 1.

1955

BULLETIN
DE
L'INSTITUT AGRONOMIQUE
ET DES
STATIONS DE RECHERCHES
DE
GEMBOUX



IMPRIMERIE G. I. C.
61, Av. de la Liberté, 61
BRUXELLES



Sommaire

<i>In memoriam.</i> — E. MARCHAL.†	3
DEBUISSON, J. et KLETTENBERG, R. † — Quelques corrélations entre la la duplication et certains caractères phénotypiques chez <i>Matthiola incana</i> R. Br. <i>annua</i> , Voss	13
EVARD, R. — Contribution à l'étude des propriétés germinatives de faines par la méthode au chlorure de 2-3-5 triphenyltetrazolium	49
MANIL, P. et FOURNEAU, J. — Action du thiouracile et de l'uracile sur le crown-gall	55
TONNARD, V. — La pédogénèse dans la forêt de Saint-Michel	66
Note. — VANHELMONT, G. — Etude du microclimat régnant dans un peuplement de genêts entr'ouvert de couloirs de plantation	90
Bibliographie	102
Livres reçus	103

Les articles sont publiés sous la seule responsabilité de leurs auteurs.

Le *Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux* paraît normalement quatre fois par an.

Le prix de l'abonnement est de 175 francs par an, somme à verser au compte de chèques postaux n° 7621.08 du Bulletin de l'Institut Agronomique de Gembloux (Belgique) ou à payer par mandat postal.

Prix du présent volume : 50 francs. Pour la commande, prière de s'adresser au Secrétariat du *Bulletin*.

a) Le *Bulletin* sera envoyé en échange des publications similaires des Etablissements d'Enseignement Supérieur, des publications périodiques des Sociétés scientifiques et des Revues Scientifiques en général.

b) Tout ouvrage scientifique dont un exemplaire est adressé à la Rédaction, sera signalé sous la rubrique « Livres reçus ».

Toute reproduction des articles parus dans le *Bulletin* est strictement interdite sans autorisation du Comité de Rédaction.

INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBOLOUX

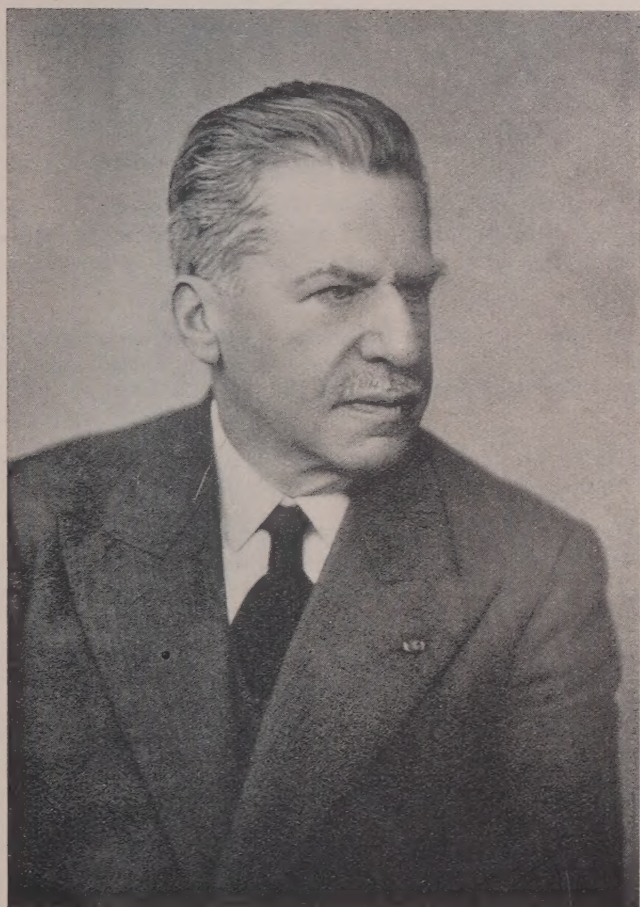
Tome XXIII, n° 1.

1955

BULLETIN
DE
L'INSTITUT AGRONOMIQUE
ET DES
STATIONS DE RECHERCHES
DE
GEMBOLOUX



IMPRIMERIE G. I. C.
61, Av. de la Liberté, 61
BRUXELLES



EMILE MARCHAL

1871-1954

Emile Marchal, professeur émérite et recteur honoraire de l'Institut agronomique de Gembloux, directeur honoraire de la Station de Phytopathologie, est mort inopinément à Bruxelles le 17 novembre 1954.

Né à Maaseyck, le 10 avril 1871, il fut, dès sa jeunesse, initié à la botanique par son père Elie Marchal, botaniste distingué qui sut développer chez son fils le goût précoce des sciences naturelles. Emile Marchal possédait déjà une formation biologique sérieuse lorsqu'il entra, en 1888, à l'Institut agricole de Gembloux, où il conquiert brillamment, en juillet 1891, le diplôme d'ingénieur agricole.

Inscrit au Doctorat en sciences naturelles à l'Université de Bruxelles, dès la même année, il fut l'élève de Léo Errera et, sous la direction de Jean Massart, publia son premier travail sur certains aspects de la microbiologie du sol.

Entretemps, Emile Laurent, docteur en sciences naturelles et professeur à l'Institut agricole de Gembloux, cherchant un collaborateur, porte son choix sur le jeune Marchal qui fut ainsi nommé préparateur de botanique en décembre 1895.

Deux années plus tard, en novembre 1897, il est nommé assistant chargé des cours de méthodologie et de botanique forestière.

En 1904, il est nommé agrégé et en 1905, la disparition d'Emile Laurent lui fera recueillir tout l'enseignement de la Botanique et de la Microbiologie.

Promu successivement professeur extraordinaire en 1910, puis professeur ordinaire en 1919, il sera élevé au Rectorat pour la période 1925-1928 et admis à l'éméritat le 19 mai 1941.

Emile Marchal fut un professeur de grande classe et de beaucoup de mérite, pour la clarté et la précision d'un exposé dans lequel l'esprit de synthèse constituait la préoccupation majeure. Il présentait son sujet en un langage châtié mais dépourvu de prétention et soutenait l'attention de ses auditeurs par un débit nuancé aux idées logiquement enchaînées et d'une justesse de vues remarquable.

En dehors de sa brillante activité professorale, Emile Marchal était un chercheur passionné formé à la discipline de la recherche scientifique qu'il aimait par dessus tout et à laquelle il a consacré sa vie avec un entier dévouement. Proclamant en toute occasion la supériorité de l'observation et de l'investigation expérimentale sur l'empirisme, il savait aussi allier parfaitement le point de vue scientifique à l'aspect technique des problèmes qui s'offraient à lui et dont il était habile à percevoir le côté utilitaire.

Emile Marchal appartenait à la lignée de nos grands agronomes.

Pénétré de la haute mission dévolue à la science dans l'agriculture, il n'a cessé de défendre ce point de vue et combattit pour une réforme

de l'enseignement agronomique supérieur qui accorderait une place plus large aux disciplines expérimentales en général et aux sciences biologiques en particulier, qu'il considérait comme la base de la formation de l'ingénieur agronome. L'énumération brève de ces quelques caractéristiques saillantes de sa carrière professorale ne saurait prétendre décrire toute la personnalité et toute l'œuvre d'Emile Marchal. Je tâcherai d'évoquer ici sa vie de savant au service de la science.

L'activité scientifique d'Emile Marchal prend son origine dans le modeste laboratoire d'Emile Laurent. Ce dernier, qui s'était aperçu des qualités exceptionnelles du jeune collaborateur qu'il s'était récemment adjoint, n'hésita pas à lui confier, dès 1894, l'organisation du laboratoire de biologie, nouvel organisme dont l'utilité s'affirma si rapidement que l'année suivante, le Ministre de l'Agriculture lui conférait un caractère officiel sous la dénomination de Service Phytopathologique.

En 1912, un arrêté royal intégrait le service phytopathologique, dirigé par Emile Marchal, dans la Station agronomique, sous le nom de Station de Phytopathologie de l'Etat.

Sous la conduite d'une personnalité comme Emile Marchal, malgré des moyens d'action bien souvent insuffisants, la Station ne cessa de progresser et d'apporter à la Science agronomique une contribution de premier ordre.

En 1902, avec son maître Emile Laurent, il avait été proclamé lauréat du concours annuel de l'Académie. La même distinction lui sera accordée une seconde fois en 1906, pour ses travaux sur les mousses, œuvre réalisée en étroite collaboration avec son père.

En 1912, Emile Marchal vit ses travaux couronnés par l'Institut de France (prix Desmazière). Il fut nommé, à la même époque, membre correspondant de la classe des sciences à l'Académie Royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique, puis membre titulaire en 1919.

Elu directeur de la Classe des Sciences et président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France et la même année encore, l'Académie de l'Agriculture de France lui ouvre ses portes.

En reconnaissance de son œuvre scientifique, l'Université libre de Bruxelles lui décerne, en 1935, le titre de Docteur *honoris causa*.

En pleine guerre, Emile Marchal est atteint par la limite d'âge. En 1941, il est admis à l'éméritat et abandonne, après 30 ans, ses fonctions officielles de Directeur de la Station de Phytopathologie. Il est autorisé à porter le titre honorifique de ses fonctions.

Loin de se contenter de goûter un repos si largement mérité, Emile Marchal continua encore à s'occuper de tous les problèmes scientifiques, profitant de ses loisirs pour réaliser des tâches pour lesquelles le temps lui avait manqué autrefois et ne cédant au repos que lorsque sa santé l'obligeait à se ménager.

L'œuvre très vaste d'Emile Marchal comprend plus de cinquante publications scientifiques tant dans le domaine de la botanique, de la microbiologie, que de la phytopathologie.

En botanique, en étroite collaboration avec son père Elie Marchal, il aborde l'étude expérimentale de la sexualité des spores chez les mousses dioïques, ouvrage magistral qui, dès sa publication, retient l'attention du monde savant par les répercussions que les résultats obtenus entraînent dans le domaine de la cytogénétique. Il poursuit cette recherche avec son père jusqu'en 1909 et puis, seul, en 1910.

Nanti de résultats expérimentaux précis, acquis par l'étude des mousses, il esquisse, en 1911, les bases matérielles de l'hérédité.

Il s'attèle ensuite à différentes recherches cytologiques et notamment aux variations numériques des chromosomes des espèces botaniques, important travail publié en 1920.

La microbiologie, qui fut son premier domaine d'activité, lui doit bon nombre de travaux : une étude expérimentale de l'assimilation de l'azote ammoniacal par les plantes (en collaboration avec Em. Laurent et E. Carpioux) ; la production, par les microbes, d'ammoniaque dans le sol (1893-1896) ; la maturation des fromages ; la pasteurisation des crèmes de lacterie (travail effectué en collaboration avec Misson, en 1897).

En 1901, paraît une note sur l'influence de la nutrition minérale des plantes sur le développement des nodosités des légumineuses.

En phytopathologie, Emile Marchal apporte à la connaissance de la flore mycologique une contribution importante en signalant divers champignons nouveaux. Sur des échantillons en provenance du Congo, il trouve et décrit des espèces nouvelles pour notre Colonie.

Il découvre le parasite qui cause la brûlure du lin dans notre pays. Après un séjour chez Erikson, il aborde la spécialisation parasitaire et la démontre chez *Erysibe graminis*.

L'activité débordante de la Station l'entraînera, par la suite, à l'étude de nombreux parasites microbiens des plantes cultivées à la connaissance desquels il apportera de nombreuses contributions.

*
**

D'une grande érudition qui n'avait d'égal que sa modestie exemplaire, Emile Marchal était un vrai savant alliant, à un esprit scientifique toujours en éveil, les plus hautes qualités humaines.

En tant qu'homme, il était d'un abord agréable, autant par sa simplicité que par son objectivité. Il fut toujours le conseiller sûr que tous aimaient de consulter ; doué d'une fine psychologie, il parvenait à se mettre à la portée des plus humbles et sa parole apportait toujours un réconfort et un encouragement.

L'étendue de son savoir lui permettait de formuler une opinion en toutes matières et de porter un jugement toujours apprécié. Resté jeune d'esprit, même dans un âge avancé, il étonnait par sa verve spirituelle.

L'annonce de sa mort, survenue inopinément, fut ressentie péniblement par ceux qui le connaissaient, car il ne comptait que des amis.

Si la mort d'un homme est parfois entourée de faste et d'apparat, comme s'il devait par là s'imposer à la mémoire, Emile Marchal mourut, comme il avait vécu, refusant tout honneur factice et toute cérémonie; il était de ceux qui, bien avant leur mort, ont atteint, par l'esprit, l'immortalité.

Artisan du progrès, serviteur de l'agriculture, savant chercheur parmi l'élite scientifique de notre pays, sa réputation était mondiale et son nom restera gravé dans la mémoire.

Les générations qui montent feront, longtemps encore, appel à son œuvre d'homme et de savant.

*
**

Le 20 novembre 1954, lors de son inhumation, la foule de ses amis, dans un élan de sympathie spontanée, a voulu lui rendre un dernier hommage qui, dans son émouvante simplicité, exprimait mieux qu'on ne pourrait le décrire, ce que chacun de nous ressentait.

Si le savant qu'était Emile Marchal a forcé notre admiration par ses hautes qualités intellectuelles et son idéal scientifique, l'homme, par ses qualités humaines, avait conquis notre profonde affection.

Et devant les étudiants, qu'il aimait tant, son nom, souvent sera évoqué.

R. VANDERWALLE.

Liste des publications d'Émile Marchal

BOTANIQUE

El. et Em. MARCHAL.

- Recherches expérimentales sur la sexualité des spores chez les mousses dioïques.
Mémoire couronné par la Classe des Sciences — déc. 1905.
- Aposporie et sexualité chez les mousses.
Bull. Acad. Roy. de Belgique, 1909.

Em. MARCHAL.

- La sexualité chez les mousses.
Bull. Soc. Roy. de Botanique, 1910.
- Les bases matérielles de l'hérédité.
Bull. Soc. Roy. de Botanique, 1911.
- Recherches cytologiques sur le genre *Amblystegium*.
Bull. Soc. Roy. de Botanique, 1912.
- Chimères de *Solanum*.
Annales de Gembloux, mars 1913.
- Recherches sur les variations numériques des chromosomes.
Acad. Roy. de Belgique, 1920.

MARCHAL & JOURNEE.

- Quelques perfectionnements à apporter à la culture du tabac.
Ministère de l'Agriculture — 1920.

MICROBIOLOGIE

Em. MARCHAL.

- Sur la production de l'ammoniaque dans le sol par les microbes.
Inst. Bot. de Bruxelles, avril 1893.
- De l'action des moisissures sur l'albumine.
Inst. Bot. de Bruxelles, janvier 1893.
- L'acidimétrie en industrie laitière.
Soc. Cent. d'Agric. de Belgique, 1893.
- Contribution à l'étude microbiologique de la maturation des fromages mous.
Annales Soc. belge de microscopie (Mémoires) — t. XIX, 1895.
- Etude microbiologique d'un fromage toxique.
Annales de la Soc. belge de Microscopie, 1895.

MARCHAL et MISSON.

- Rapport sur la situation de l'industrie laitière en Belgique.
— *Bulletin de l'Agriculture*, Avril 1896.
- Sur l'efficacité de la pasteurisation des crèmes en voie de fermentation.
Congrès nat. de laiterie, oct. 1897.

Em. MARCHAL.

- De l'influence de la nutrition minérale sur le développement des nodosités de légumineuses.
C. R. Acad. Sc. Paris — CXXXIII.

PHYSIOLOGIE VEGETALE

Em, MARCHAL.

- Les microbes bienfaisants — 1893. *Soc. Roy. Linnéenne*, Bruxelles.

E. LAURENT, E. MARCHAL & E. CARPIAUX.

- Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique chez les plantes supérieures.
Bull. Acad. Roy. de Belgique, 3^e série, t. XXXIII, 1896.

Em, MARCHAL.

- Formation et rôle de l'humus dans les forêts.
Bull. Soc. Cent. Forest. de Belgique, mars 1897.

E. LAURENT et E. MARCHAL.

- Recherches sur la synthèse des substances albuminoïdes par les végétaux.
Bull. Acad. Roy. de Belgique (Classe des Sciences) 1903.

PHYTOPATHOLOGIE

Em, MARCHAL.

- Sur un nouveau *Ropalomyces* : *Macrospor*.
Rev. mycol. n° 57, janvier 1892.
- Une mucorinée nouvelle : *Syncephalastrum elegans*.
Inst. Botanique Bruxelles, mai 1892.
- Sur quelques champignons nouveaux du Congo.
Bull. de la Soc. belge de Microscopie, 1894.

NIJPELS & MARCHAL.

- Traité élémentaire sur les maladies cryptogamiques des plantes cultivées.
Soc. Roy. de Botanique de Belgique, décembre 1897.

Em, MARCHAL.

- Observations sur la brûlure du lin.
Soc. belge de Microscopie, juillet 1898.
- Recherches biologiques sur une chytridinée parasite du lin.
Laboratoire de botanique de l'Institut agricole de Gembloux, 1900.
- De l'immunisation de la laitue contre le meunier.
C.R. Acad. des Sc. de Paris, t. CXXXV, 1902.
- De la spécialisation du parasitisme chez l'*Erysiphe graminis*.
C.R. Acad. Sc. de Paris, t. CXXXV, 1902.
- Contribution à l'étude du champignon du caryopse des *Lolium*.
Bull. Soc. Roy. de Botanique de Belgique, 1902.
- Recherches sur la rouille des Céréales.
Bull. Agric. 1903, liv. 1.
- De la spécialisation du parasitisme chez l'*Erysiphe graminis*. 2^e note.
C.R. Acad. Sc. Paris, CXXXVI, 1903.
- Les principaux ennemis du pommier, 1907. *Ministère de l'Agriculture*.
- Sur une maladie nouvelle du poirier.
Bull. Soc. Roy. de Botanique de Belgique, 1908.
- Le chancre de la pomme de terre. — 1913. *Ministère de l'Agriculture*.

MARCHAL & STERNON.

- Champignons parasites nouveaux pour la flore belge — *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*. 1915-1918.

Em. MARCHAL.

- Les mauvaises herbes et leur destruction — 1920. *Ministère de l'Agriculture*.
- Contribution à l'étude des champignons fructicoles de Belgique. *Soc. Roy. de Botanique*, 1921.
- Les maladies charbonneuses des céréales et leur traitement, 1922. *Ministère de l'Agriculture*.
- Eléments de phytopathologie appliquée à l'agriculture, à l'horticulture et à la sylviculture — 1927. 1^{re} édition, *Gembloux, Duculot*.
- A propos de la maladie de l'orme. *Bull. Soc. Cent. Forest. de Belgique*, avril 1929.
- Action pathologique sur les végétaux supérieurs des champignons parasites — *Bull. et Ann. Soc. Roy. Sci. Médic. et Naturelles*, Bruxelles, 1929 (34).
- Les maladies cryptogamiques de la Betterave — *La Sucrierie Belge* XLVIII, 1929.
- Les maladies à virus filtrant en pathologie végétale. *Annales de Gembloux*, 1930.
- A propos de la brûlure du lin. *C.R. Congrès nat. des Sciences*, 1930.

E. MARCHAL & R. STEYAERT.

- Contribution à l'étude des champignons parasites des plantes au Congo belge. *Bull. Soc. Roy. Botanique*, LXI, 1929.

E. MARCHAL & R. MAYNE.

- Etat actuel de l'étude de la maladie de l'orme. *Bull. Soc. Cent. Forest. de Belgique*, 1933.

Em. MARCHAL.

- Le problème de l'immunité en pathologie végétale. *Annales de Gembloux*, 1933.
- Le problème phytopathologique en agriculture coloniale. *Institut Roy. Col. belge*, 1935.

E. MARCHAL, P. MANIL & R. VANDERWALLE.

- Eléments de pathologie végétale appliquée à la phytotechnie. 3^e édition — *Gembloux, Duculot*, 1937.

Em. MARCHAL.

Rapports phytopathologiques

de 1894 à 1901 :

Rapport sur les maladies cryptogamiques étudiées au Laboratoire de Botanique de l'Institut agricole de Gembloux. (8 rapports annuels). *Ministère de l'Agriculture*.

de 1902 à 1908 :

Bulletin du service phytopathologique de l'Institut agricole de l'Etat.

de 1910 à 1912 :

Annuaire de la Station agronomique de l'Etat à Gembloux.

de 1913 à 1919 :

Bulletin de la Station de Phytopathologie de l'Etat à Gembloux.

de 1920 à 1926 :

Annuaire de la Station agronomique de l'Etat à Gembloux.

1927-1931 et de 1932 à 1940 :

Recherches et observations effectuées à la Station de Phytopathologie de l'Etat pendant les années de 1927 à 1940.

Bull. Inst. agr. et Stat. de recherches de Gembloux.

Divers

- Le développement des études phytopathologique en Belgique — *Ann. Inst. Pasteur* 1899-13.
 - L'enseignement supérieur agronomique dans le cycle des hautes études. *Acad. Roy. de Belgique*, 1921.
 - L'enseignement agronomique supérieure de demain — *Rev. Intern. Renseign. agric.* N.S. 1923 (2).
 - La réforme de l'enseignement agronomique supérieur en Belgique. *Annales de Gembloux*, 1928.
 - Les sciences biologiques dans leur rapport avec les industries humaines. *Acad. Roy. de Belgique*, 1931.
-

FLORICULTURE

Quelques corrélations entre la duplication et certains caractères phénotypiques chez *Matthiola incana* R. Br. *annua*, Voss.

par

J. DEBUISSON & R. KLETTENBERG † (*) (**)

INTRODUCTION

La duplication des Quarantaines en regard des lois de la Génétique

Depuis la plus haute antiquité, l'homme s'est efforcé de cultiver des plantes et des fleurs de plus en plus belles. Il a recherché des coloris nouveaux et des formes inconnues.

Dès qu'apparut la duplication des fleurs, il a essayé de la multiplier et de l'obtenir à son gré. Hélas ! La plupart des fleurs doubles et notamment celles de giroflées-quarantaines sont stériles.

Il est actuellement établi que la duplication des quarantaines suit les lois du mendélisme [1].

Il existe chez ces plantes deux types de fleurs : des simples et des doubles, ces dernières étant stériles et produites à partir de graines récoltées sur plantes à fleurs simples.

On peut rencontrer trois genres de simples :

1. Celles qui ne reproduisent, après autofécondation, que des plantes à fleurs simples. Ce sont les « simples pures » ou « simples homozygotes ».

(*) Déposé à la rédaction le 21.X.54.

(**) L'analyse biométrique des résultats de la présente étude a été réalisée en collaboration avec le Dr L. MARTIN et Mlle A. LENGIER, Directeur et Assistante du BUREAU DE BIOMETRIE subventionné par l'I.R.S.I.A.

2. Celles qui, dans leur descendance, produisent normalement de 54 à 57 % de doubles et de 46 à 43 % de simples. C'est là le groupe le plus cultivé, celui qui intéresse au plus haut point sélectionneurs et horticulteurs. On appelle ce type « *eversporting* », terme que nous pourrions traduire par « *infixable* ».
3. Enfin, celles qui, dans leur progéniture, donnent $\frac{1}{4}$ de simples redonnant plus tard toujours des simples comme dans le genre 1 et $\frac{3}{4}$ de plantes redonnant 3 simples pour 1 double.

Il est apparu que le facteur double est récessif par rapport au facteur simple. Représentons le premier par *s* et le second par *S*.

Dans le groupe 1 ci-dessus, les plantes présentent le facteur produisant la simplicité en dose double *S S* et ne peuvent jamais reproduire, croisées par elles-mêmes, que des plantes simples *S s*.

Dans le groupe 2, celui qui nous intéresse, les plantes présentent les facteurs *S s*. Suivant les lois de l'hérédité mendélienne, les plantes de ce groupe, croisées entre elles ou autofécondées, devraient donner dans leur descendance des simples et des doubles, suivant la proportion de 3 simples pour 1 double. Parmi ces plantes à fleurs simples, $\frac{1}{3}$ devraient produire, en seconde génération, des simples pures, tandis que les $\frac{2}{3}$ restant devraient donner, elles, des simples et des doubles dans la même proportion 3 pour 1.

Suivant cette disjonction, on arriverait à n'avoir plus que quelques doubles très rares pour une infinité de simples.

En réalité, on constate, au contraire, que la descendance des simples de ce groupe est normalement représentée par environ 54 à 57 % de doubles pour 46 à 43 % de simples.

Cette anomalie apparente résulte de la présence d'un facteur « *léthal* » lié au facteur « *simple* ». Dans le cas présent, il y a lieu d'interpréter le terme « *léthal* » dans son sens large. En effet, on a constaté un caractère d'affaiblissement lié au facteur simple. Un ovule porteur de ce facteur léthal peut être fécondé, mais il s'en suivra une diminution de la vitalité.

D'après KAPPERT [2] et d'autres auteurs, un grain de pollen porteur de ce facteur léthal est capable de germer et de produire un boyau pollinique, mais non de féconder un ovule. De plus, une plante destinée à donner des fleurs simples et par le fait même porteuse de ce facteur léthal est plus faible et moins résistante que celle destinée à donner des fleurs doubles. D'où, le schéma de la disjonction mendélienne pourra être représenté comme suit, pour des plantes présentant dans leur garniture chromosomique les caractères *Ss* :

$$\begin{array}{ccc}
 \text{ovules} & & \text{grains de pollen} \\
 50 \% S + 50 \% s & \times & 50 \% S + 50 \% s
 \end{array}$$

Les 50 % de grains de pollen S étant incapables de féconder les ovules, nous aurons le résultat :

$$\begin{array}{ccc} \text{ovules} & & \text{grains de pollen} \\ 50 \% S + 50 \% s & \times & 50 \% s \end{array} = 50 \% Ss + 50 \% ss.$$

Les 50 % Ss sont destinés à donner des plantes à fleurs simples et porteuses, de nouveau, du caractère léthal, tandis que

les 50 % ss sont destinés à donner des plantes à fleurs doubles et non porteuses de ce caractère léthal.

Suivant ce schéma, nous devrions obtenir 50 % de simples et 50 % de doubles. Or, l'expérience montre que les plantes de ce groupe 2 donnent normalement des fleurs doubles dans la proportion d'au moins 53 %. Cette majorité de plantes à fleurs doubles est précisément due au fait que les simples, porteuses du caractère léthal, sont moins vigoureuses, moins robustes et moins résistantes aux conditions défavorables.

KAPPERT [2], SAUNDERS [1] et d'autres ont cherché à intensifier l'action de ce facteur léthal, de façon à diminuer la proportion de plantules viables destinées à donner des fleurs simples. Malheureusement, jusqu'à présent, il semble que les résultats obtenus ne soient pas très encourageants. En effet, il est possible d'augmenter la proportion de doubles, mais c'est aux dépens d'autres qualités. Ainsi, le caractère « fleurs jaunes », lié au facteur léthal, intensifie l'action de ce dernier au point que les plantules résultantes, porteuses de ces deux caractères « fleurs jaunes + fleurs simples », ne sont pour ainsi dire pas viables. La proportion de doubles dans une telle association de facteurs s'approcherait de 100 %. D'autres caractères sont moins actifs et peuvent porter la proportion de doubles jusqu'à 65 à 70 %. Ce sont en général des facteurs difficiles à saisir ou limitant; c'est ainsi qu'en 1933, KAPPERT [2], dans l'espoir de permettre de reconnaître dans un semis les plantules destinées à donner des fleurs simples ou doubles, est parvenu à lier le caractère de duplication à une forme spéciale des feuilles. Ce caractère héréditaire et récessif provoque un rétrécissement remarquable des feuilles, chez les plantes à fleurs doubles, au point que dans un semis, en ne retenant que les plantules à feuilles étroites, on obtenait 82,3 % de plantes à fleurs pleines. Ce chiffre montre qu'il reste encore toutefois place pour 17,7 % de plantes à fleurs simples ayant acquis, elles aussi, le caractère « feuilles étroites » par suite d'échange de facteurs ou de « crossing-over ». De plus, ce caractère « feuilles étroites » est lié, lui aussi, à une diminution de la valeur des produits : pétales plus petits, fleurs moins grandes, inflorescences réduites.

Augmentation pratique de la proportion des doubles en culture

En se basant sur les caractères génériques, c'est-à-dire en attendant que les plantes fleurissent, l'horticulteur est obligé, pour créer un massif homogène de plantes à fleurs doubles, de conserver les plantes à fleurs simples jusqu'au moment de la floraison. Ce moyen, encore couramment

utilisé, permet d'obtenir un beau massif de fleurs, mais présente pas mal d'inconvénients : les frais de main-d'œuvre et de matériel, jusqu'à la plantation, sont doubles, la transplantation au moment de la floraison risque de faire souffrir les giroflées et de retarder la floraison.

Dès lors, les recherches se sont orientées dans une autre direction : essayer d'associer à la duplication des fleurs un caractère phénotypique visible le plus tôt possible et facilement contrôlable.

Diverses méthodes ont été étudiées, basées sur l'hérédité de caractères corrélatifs des facteurs « simple » ou « double ».

Parmi ces associations, dans l'étude ci-après, les principales ont été observées :

1. fleurs doubles et fortes plantules;
2. fleurs doubles et bord des feuilles échancré plus tôt;
3. fleurs doubles et floraison plus précoce;
4. fleurs doubles et feuillage clair.

Méthode biométrique suivie

La plupart des observations faites sur la relation existant entre la duplication des fleurs et un caractère phénotypique déterminé méritent une analyse statistique dûment élaborée.

Ces observations sont présentées sous forme de tableaux de contingence 2×2 , contenant 4 cellules, ou 2×3 , contenant 6 cellules.

Le test χ^2 de Pearson (1899) revu par Fischer et Yule [9 et 12] permet de détecter l'association ou l'indépendance des caractères en cause.

A. A titre d'exemple, envisageons les données du tableau XV, (séparation au repiquage).

1. Tableau de contingence 2×2 ou tableau des fréquences observées :

TABLEAU I

Caractère A Caractère B		FLEURS		Totaux
		simples	doubles	
Couleur des cotylédons	vert foncé	a 193	b 6	199
	vert clair	c 23	d 300	323
Totaux		216	306	522

2. Nous nous posons la question de savoir si l'on peut, sur la base du cas particulier à l'étude (tableau XV — séparation au repiquage), inférer que la couleur des cotylédons est, dans la généralité des cas, indépendante de la duplication de la fleur. Il s'agit, en d'autres termes, de tester l'hypothèse biologique $\mathcal{H}_0$ d'indépendance des caractères (dite hypothèse biologique nulle) et par conséquent l'hypothèse statistique H_0 « équivalente », au sens de J. Neyman, à $\mathcal{H}_0$ [13].

En supposant l'hypothèse statistique H_0 vraie, c'est-à-dire les caractères A et B indépendants, nous pouvons calculer les fréquences théoriques, attendues en vertu de l'hypothèse, du tableau de contingences :

TABLEAU I'

Caractère A Caractère B		FLEURS		Totaux
		simples	doubles	
Couleur des cotylédons	vert foncé	α 82,35	β 116,65	199
	vert clair	γ 133,65	δ 189,35	323
Totaux		216	306	522

3. Comparons ce tableau des valeurs théoriques, attendues en vertu de l'hypothèse d'indépendance H_0 , au tableau des valeurs observées.

Pouvons-nous considérer que ces tableaux sont différents l'un de l'autre? Par déduction, pouvons-nous penser que l'hypothèse nulle H_0 , sur laquelle se basent les valeurs théoriques, est applicable aux valeurs observées et, par conséquent, confirmées par l'expérience?

Ces questions impliquent que l'on teste (test χ^2) la « distance » entre les valeurs observées et les valeurs théoriques. La valeur de χ^2 sera d'autant plus élevée que la « distance » sera plus grande. D'autre part, les tables de R. A. FISHER et F. YATES [11] donnent, à différents seuils de probabilité et pour un nombre donné de degrés de liberté, les valeurs minima que doit atteindre le χ^2 observé (calculé) pour être jugé significatif à un seuil α donné.

Il existe des méthodes de calcul numérique qui n'impliquent pas l'établissement du tableau des valeurs attendues en vertu de H_0 . Lorsque le χ^2 calculé est significatif au seuil 0,05, mais non au seuil 0,01, ou en termes équivalents si P est compris entre 0,05 et 0,01, la valeur χ^2 est affectée d'un seul astérisque; de deux astérisques, si P est compris entre 0,01 et 0,001 et enfin de trois astérisques, si P est inférieur à 0,001.

Dans notre exemple, $\chi^2 = 409,90$. En vertu de cette valeur très élevée et nous référant à la table IV de FISHER et YATES [11], nous courons un risque infime de nous tromper en considérant la « distance » entre les valeurs observées et les valeurs théoriques comme très hautement significative. Nous sommes donc en droit de rejeter l'hypothèse statistique H_0 de non association entre les caractères A et B.

Revenant à l'aspect biologique du problème, nous rejetons également l'hypothèse biologique H_0 d'indépendance et nous pouvons affirmer, en toute sécurité, que la couleur des cotylédons est étroitement liée au caractère de duplication des fleurs, chez la variété étudiée.

B. Notons qu'il est inopportun d'appliquer la méthode utilisée dans l'exemple précédent, lorsque le tableau de contingence contient des fréquences inférieures à 5.

Nous avons l'exemple de tels tableaux parmi les données recueillies en 1954 (Voir tableau XVII).

Dans ce cas, il faut appliquer la méthode exacte décrite notamment par R. A. FISHER [10, p. 140].

Cette méthode utilise le logarithme de factorielles de nombres entiers dont le calcul est grandement facilité par la table XXX de FISHER-YATES [11, p. 108-109]. Le résultat de ce calcul fournit directement la probabilité d'avoir, lorsque l'hypothèse nulle d'indépendance est vraie, du seul fait du hasard, un tableau au moins aussi favorable ou défavorable que le tableau observé. Dans ce cas, il n'est pas indiqué de calculer le tableau des fréquences attendues en vertu de H_0 .

RESULTATS ET LEUR DISCUSSION

I. — Années 1951-52

1. ESSAIS SUR L'ASSOCIATION DES CARACTERES FLEURS DOUBLES — FORTES PLANTULES

SAUNDERS, en 1911, [1] a établi que le caractère « fleurs simples » était lié au facteur « plantules maigres, petites, à croissance plus lente ». D'où, en éliminant, dès le jeune âge, les plantules présentant ce caractère, on pouvait espérer une plus forte proportion de fleurs doubles.

a) Essai en wahrenhuis (serre mobile).

Au cours des essais effectués à la Chaire d'Horticulture, pendant l'automne et l'hiver 1951-1952, on a pu mettre en évidence l'hypothèse émise par SAUNDERS.

Trois variétés ont été expérimentées :

A. *Excelsior cramoisie*,

B. *Mammoth colonne géante carmin*,

C. *Excelsior rose foncé*.

Le semis a été effectué le 16 juillet 1951. Le repiquage a été fait en caisses, les 2 et 3 août. Chaque caisse sera considérée comme un lot différent. Pour la variété A, il y a 6 caisses, donc 6 lots, pour B, 7 lots et pour C, 3 lots.

Lors de la mise en place définitive, toutes les plantes furent mesurées (hauteur au-dessus du sol, prise en couche, avant arrachage) et divisées en trois lots :

- 1) Plantes petites : $< \bar{X} - 5$,
- 2) Plantes moyennes : $\bar{X} - 5$ à $\bar{X} + 5$,
- 3) Plantes fortes : $> \bar{X} + 5$.

Les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux II, III, IV.

Pour la variété A, aucun des χ^2 des lots n'est supérieur ou égal au $\chi^2 = 9,21$ avec un $P = 0,01$ et 2 degrés de liberté : dans ce cas, il semblerait donc que l'hypothèse de dépendance des 2 caractères « plantes grandes x fleurs doubles » soit à rejeter.

Chez la variété B, seuls les lots B₁, B₃ et B₇, et chez la variété C, tous les lots ont un χ^2 significatif au seuil de $P = 0,01$ et avec 2 degrés de liberté.

Enfin, les totaux des lots des variétés A, B, C, montrent une association positive entre les plantes fortes et les plantes à fleurs doubles.

b) Essai en plein air.

Dans le courant de l'été 1952, on a multiplié les observations afin de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse d'interdépendance entre les plantes à fleurs doubles et les grandes plantes. On a cultivé les variétés suivantes :

- A. *Remontante géante Excelsior blanche*,
- B. *Remontante géante Excelsior rose foncé*,
- D. *Remontante de Dresde rose clair*,
- E. *Remontante géante Excelsior cramoisie*,
- M. *Remontante Mammouth Colonne géante carmin*.
- N. *Remontante Mammouth Colonne géante blanche*.

Le semis et le repiquage ont été faits dans les mêmes conditions que précédemment. Lors de la mise en place, on a mesuré les plantes et on les a classées en 3 catégories :

- 1) petites plantes : $< \bar{X} - 5$,
- 2) plantes moyennes : $\bar{X} - 5$ à $\bar{X} + 5$,
- 3) plantes grandes : $> \bar{X} + 5$.

Les χ^2 calculés, pour les différentes variétés, sont significatifs pour une valeur de $P = 0,001$ et montrent une forte association entre les caractères « grande taille » et « duplication des fleurs » (tableau V).

TABLEAU II

Fréquences									
Caisse	A ₁			A ₂			A ₃		
Fleurs Hauteur	S	D	T	S	D	T	S	D	T
Plantes petites	28	21	49	41	16	57	37	17	54
Plantes moyennes	76	37	113	48	24	72	68	46	114
Plantes grandes	17	22	39	30	25	55	31	25	56
Totaux	121	80	201	119	65	184	136	88	224

Fréquences									
Caisse	A ₁			A ₂			A ₃		
Fleurs Hauteur	S	D	T	S	D	T	S	D	T
Plantes petites	29,50	19,50	49	36,86	20,14	57	32,79	21,12	54
Plantes moyennes	68,02	44,98	113	46,57	25,43	72	69,21	44,79	114
Plantes grandes	23,48	15,52	39	35,57	19,43	55	34	22	56
Totaux	121	80	201	119	65	184	136	88	224
	$\chi^2 = 7,038^*$			$\chi^2 = 3,909$			$\chi^2 = 2,121$		

LEGENDE commune à tous les tableaux . S = simples; D = doubles; T = totaux

VARIETE A.

observées

A ₄			A ₅			A ₆			Totaux		
S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
46	19	65	39	23	62	41	12	53	232	108	340
42	36	78	53	34	87	33	22	55	320	199	519
27	26	53	31	19	50	39	31	70	175	148	323
15	81	196	123	76	199	113	65	178	727	455	1.182

théoriques

A ₄			A ₅			A ₆			Totaux		
S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
3,14	26,86	65	38,32	23,68	62	33,65	19,35	53	209,12	130,88	340
5,76	32,24	78	53,78	33,22	87	34,92	20,08	55	319,22	199,78	519
4,10	21,90	53	30,90	19,10	50	44,43	25,57	70	198,66	124,34	323
5	81	196	123	76	199	113	65	178	727	455	1.182
$\chi^2 = 5,965$			$\chi^2 = 0,062$			$\chi^2 = 6,504^*$			$\chi^2 = 25,599^{***}$		

TABLEAU III.

Fréquences												
Caisse	B ₁			B ₂			B ₃			B ₄		
Fleurs Hauteur	S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
Plantes petites	49	29	78	41	23	64	38	17	55	30	15	45
Plantes moyennes	37	32	69	40	25	65	35	23	58	23	16	39
Plantes grandes	20	53	73	32	44	76	28	41	69	16	18	34
Totaux	106	114	220	113	92	205	101	81	182	69	49	118

Fréquences												
TABLEAU III												
Caisse	B ₁			B ₂			B ₃			B ₄		
Fleurs Hauteur	S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
Plantes petites	37,58	40,42	78	35,28	28,72	64	30,52	24,48	55	26,31	18,69	45
Plantes moyennes	33,25	35,75	69	35,83	29,17	65	32,19	25,81	58	22,81	16,19	39
Plantes grandes	35,17	37,83	73	41,89	34,11	76	38,29	30,71	69	19,88	14,12	34
Totaux	106	114	220	113	92	205	101	81	182	69	49	118
	$\chi^2 = 20,139^{***}$			$\chi^2 = 8,350^*$			$\chi^2 = 10,883^{**}$			$\chi^2 = 3,074$		

VARIETE B.

observées

B ₅			B ₆			B ₇			Totaux		
S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
21	10	31	7	4	11	35	17	52	221	115	336
48	37	85	14	10	24	40	24	64	237	167	404
31	40	71	2	9	11	39	58	97	168	263	431
00	87	187	23	23	46	114	99	213	626	545	1.171

théoriques

B ₅			B ₆			B ₇			Totaux		
S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
6,58	14,42	31	5,5	5,5	11	27,83	24,17	52	179,62	158,38	336
5,45	39,55	85	12	12	24	34,25	29,75	64	215,97	188,03	404
7,97	33,03	71	5,5	5,5	11	51,92	45,08	97	230,41	200,59	431
0	87	187	23	23	46	114	99	213	626	545	1.171
$\chi^2 = 5,590$			$\chi^2 = 5,938$			$\chi^2 = 12,968^{**}$			$\chi^2 = 66,942^{***}$		

VARIÉTÉ C.

TABLEAU IV. *Fréquences observées*

Caisse Fleurs Hauteur	C ₁			C ₂			C ₃			Totaux		
	S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
Plantes petites	40	13	53	34	31	65	36	12	48	110	56	166
Plantes moyennes	42	28	70	33	49	82	32	37	69	107	114	221
Plantes grandes	13	55	68	11	62	73	13	59	72	37	176	213
Totaux	95	96	191	78	142	220	81	108	189	254	346	600

TABLEAU IV'. *Fréquences théoriques*

Caisse Fleurs Hauteur	C ₁			C ₂			C ₃			Totaux		
	S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
Plantes petites	26,36	26,64	53	23,05	41,95	65	20,57	27,43	48	70,27	95,73	166
Plantes moyennes	34,82	35,18	70	29,07	52,93	82	29,57	39,43	69	93,56	121,44	221
Plantes grandes	33,82	34,18	68	25,88	47,12	73	30,86	41,14	72	90,17	122,83	213
Totaux	95	96	191	78	142	220	81	108	189	254	346	600
	$\chi^2 = 42,482^{***}$			$\chi^2 = 22,137^{***}$			$\chi^2 = 38,075^{***}$			$\chi^2 = 102,694^{***}$		

2. ESSAI SUR L'ASSOCIATION DES CARACTERES

« FLEURS DOUBLES » — « ECHANCRURES DU BORD DES FEUILLES »

En 1935, Emsweller [3 et 4] était parvenu, après plusieurs années de recherches, à obtenir, dans un lot de plantules, 85 % de plantes à fleurs doubles. Il avait simplement éliminé les plantules les plus faibles en se basant sur l'association des caractères « fortes plantes » et « duplicature ».

Néanmoins, à force d'observations, il avait remarqué que chez les plantes à fleurs doubles, les échancrures du bord des feuilles apparaissaient trois semaines plus tôt que chez les plantes à fleurs simples. Ces échancrures peuvent être représentées par les photos ci-dessous, au moment où elles apparaissent.

PHOTO
1VARIETE A
FLEURS DOUBLESPHOTO
2VARIETE N
FLEURS SIMPLES

Utilisant, pour un même essimage, ces deux caractères corrélatifs (vigueur des plantes et apparition des échancrures sur les feuilles) à la duplicature des fleurs, Emsweller est arrivé à éliminer la plupart des plantes à fleurs simples et à obtenir des plantules donnant en moyenne 97 % de fleurs doubles.

Au printemps 1952, nous avons répété l'expérience d'Emsweller avec l'aide des 6 variétés décrites plus haut sous les vocables : A, B, C, D, E, M, N. Les plantes furent triées en 3 groupes au moment de la plantation.

- a) celles qui présentaient des échancrures : *feuilles dentées*,
- b) celles qui ne présentaient pas d'échancrures : *feuilles non dentées*,
- c) celles où il était difficile de prendre position sur a ou sur b : *feuilles douteuses*.

On a obtenu les résultats suivants (voir tableaux VI, VII et VII') :

TABLEAU V

Fréquences						
Variétés	A			B		
Fleurs Hauteur	S	D	T	S	D	T
Plantes petites	176	62	238	161	79	240
Plantes moyennes	90	82	172	80	60	140
Plantes grandes	65	102	167	39	190	229
Totaux	331	246	577	280	329	609

Fréquences						
Variétés	A			B		
Fleurs Hauteur	S	D	T	S	D	T
Plantes petites	136,5	101,5	238	110,3	129,7	240
Plantes moyennes	98,7	73,3	172	64,4	75,6	140
Plantes grandes	95,8	71,2	167	105,3	123,7	229
Totaux	331	246	577	280	329	609
	$\chi^2 = 51,86^{***}$			$\chi^2 = 127,40^{***}$		

observées

D			E			M			N		
S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
186	65	251	194	63	257	124	25	149	105	62	167
55	118	173	115	91	206	84	45	129	53	74	127
5	118	123	144	136	280	105	45	150	27	140	167
246	301	547	453	290	743	313	115	428	185	276	461

théoriques

D			E			M			N		
S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
112,9	138,1	251	156,7	100,3	257	109	40	149	67	100	167
77,8	95,2	173	125,6	80,4	206	94,3	34,7	129	51	76	127
55,3	67,7	123	170,7	109,3	280	109,7	40,3	150	67	100	167
246	301	547	453	290	743	313	115	428	185	276	461
$\chi^2 = 181,28^{***}$			$\chi^2 = 36,32^{***}$			$\chi^2 = 12,63^{**}$			$\chi^2 = 76^{***}$		

TABLEAU VI

Duplication/feuilles dentées

Variété	A		B		D		E		M		N		Totaux		
	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	%
Fleurs Feuilles															
Dentées	76	24	74	81	93	36	78	49	62	32	31	55	414	277	40
Non dentées	58	10	41	24	58	9	71	31	81	20	61	39	370	133	
Douteuses	179	190	151	233	96	258	224	147	142	63	33	147	825	1038	60
Totaux	313	224	266	338	247	303	373	227	285	115	125	241	1609	1448	100

Pour un degré de liberté et une probabilité de $P = 0,001$ la valeur $\chi^2 = 10,83$ n'est atteinte par aucune des variétés étudiées.

Au seuil de $P = 0,05$ et pour un degré de liberté, $\chi^2 = 3,84$, la valeur χ^2 n'est pas significative, pour les variétés A et E, c'est-à-dire que chez celles-ci il y a peu de chances qu'il y ait une association entre les feuilles dentées et la duplication des fleurs.

L'essai montre que cette méthode a le grave inconvénient d'avoir un grand nombre de plantes (60 % de l'ensemble), pour les variétés étudiées, qu'on ne peut classer, pratiquement, dans une des deux catégories : feuilles dentées ou non dentées (voir tableau VI).

3. ESSAI SUR L'ASSOCIATION DES CARACTERES « FLEURS DOUBLES » — « PRECOCITE »

Jusqu'à présent, l'horticulteur pourra choisir le plus sûrement les plantes à fleurs doubles parmi les plantes les plus hautes. Mais lorsque l'essimlage n'a pu être effectué à temps, le cultivateur aura également la ressource d'enlever de ses parcelles les plantes montrant leurs boutons les dernières. Car, comme l'a très bien établi PRYOR [5], les fleurs doubles fleurissent plus tôt que les fleurs simples.

En 1952, on a noté, tous les 3 ou 4 jours, le nombre de plantes en fleurs chez les 6 variétés décrites plus haut : A, B, D, E, M, N et divisées en 3 groupes comme dans l'essai I, 1 b.

On a cherché le % de fleurs et les % cumulés des fleurs par variété. Les % cumulés, nous les avons portés dans les diagrammes 1, 2 et 3 (cf. p. 38). On remarque ainsi que chez les 6 variétés étudiées, les plantes à fleurs doubles sont beaucoup plus hâtives que les plantes à fleurs simples.

D'autre part, en corrélation avec l'association des caractères précocité/duplication, nous pouvons étudier l'influence de la hauteur sur la précocité. On peut se la représenter par les tableaux VIII, IX, X, XI, XII et XIII.

Par les diagrammes 4, 5, 6, 7, 8 et 9, on remarque que des 3 groupes de hauteur, c'est celui des plantes les plus grandes qui est le plus précoce.

II. — Année 1953

1. ESSAI SUR LA DUPLICATION DES FLEURS ASSOCIEE A LA GRANDE TAILLE DES PLANTES

Des trois tests d'association étudiés en 1952, seul le premier, celui de l'association des fleurs doubles avec la grande taille des plantes méritait un nouvel essai. Pour l'essai effectué en warenhuizen (I₁, a) on avait noté que quelques tests n'étaient pas significatifs, mais par contre, tous ceux effectués en plein air, l'étaient.

TABLEAU VII

Duplication/feuilles dentées

Fréquences									
Variété	A			B			D		
Fleurs Feuilles	S	D	T	S	D	T	S	D	T
Dentées	76	24	100	74	81	155	93	36	129
Non dentées	58	10	68	41	24	65	58	9	67
Totaux	134	34	168	115	105	220	151	45	196

TABLEAU VII'

Fréquences									
Variété	A			B			D		
Fleurs Feuilles	S	D	T	S	D	T	S	D	T
Dentées	79,8	20,2	100	81	74	155	99,4	29,6	129
Non dentées	54,2	13,8	68	34	31	65	51,6	15,4	67
Totaux	134	34	168	115	105	220	151	45	196
	$\chi^2 = 2,208$			$\chi^2 = 4,28^*$			$\chi^2 = 5,24^*$		

observées

E			M			N		
S	D	T	S	D	T	S	D	T
78	49	127	62	32	94	31	55	86
71	31	102	81	20	101	61	39	100
149	80	229	143	52	195	92	94	186

théoriques

E			M			N		
S	D	T	S	D	T	S	D	T
82,6	44,4	127	68,9	25,1	94	42,5	43,5	86
66,4	35,6	102	74,1	26,9	101	49,5	50,5	100
149	80	229	143	52	195	92	94	186
$\chi^2 = 1,66$			$\chi^2 = 5^*$			$\chi^2 = 11,44^{***}$		

TABLEAU VIII Légende commune aux tableaux VIII à XIII, ainsi qu'aux diagrammes I à 9 :

$A_1, B_1, D_1, E_1, M_1, N_1$ = plantes petites
 $A_2, B_2, D_2, E_2, M_2, N_2$ = plantes moyennes
 $A_3, B_3, D_3, E_3, M_3, N_3$ = plantes grandes
 $\% \text{ cum.} = \% \text{ cumulés}$

VARIÉTÉ A

Hauteur	A ₁					A ₂					A ₃				
Fleurs	S	%	% cum.	D	%	% cum.	S	%	% cum.	D	%	% cum.	D	%	% cum.
Date															
14/6															
16/6															
20/6															
23/6															
26/6															
30/6															
3/7	2	1,14	1,14	2	3,23	3,23	2	2,22	2,22	1	1,22	1,22	16	24,62	24,62
7/7	6	3,41	4,55	3	4,84	8,07	6	6,67	8,89	2	2,44	3,66	21	32,31	56,93
10/7	5	2,84	7,39	4	6,45	14,52	25	27,78	36,67	29	35,37	39,03	17	26,15	83,08
15/7	15	8,52	15,91	4	6,45	20,97	7	7,78	60,01	7	8,54	57,33	2	3,08	86,16
22/7	103	58,52	74,43	26	41,94	62,91	32	35,56	95,57	29	35,37	92,70	6	9,23	98,47
28/7	33	18,75	93,18	20	32,26	95,17	4	4,44	100	4	4,88	97,58	—	—	—
Totaux	164	93,18		59	95,17		90	100		80	97,56		64	98,46	
Total récolte	176		100	62		100	90		100	82		100	65		100

TABLEAU IX : VARIÉTÉ B

Hauteur	B ₁					B ₂					B ₃				
	S	%	% cum.	D	% cum.	S	%	% cum.	D	%	% cum.	S	%	% cum.	% cum.
14/6															
16/6															
20/6															
23/6						6	7,50	7,50	4	6,66	6,66	28	71,79	71,79	49,47
26/6	15	9,32	9,32	4	5,06	38	47,50	55	27	45	51,66	7	17,95	89,74	47,37
30/6	18	11,18	20,50	13	16,48	8	10	65	10	16,66	68,32	2	5,13	94,87	96,84
3/7	3	1,86	22,36	1	1,27	4	5	70	6	10	78,32	1	2,57	97,44	0,53
7/7	2	1,24	23,60	2	2,53	6	7,50	77,50	2	3,33	81,65				100
10/7	12	7,45	31,05	25	31,65	7	8,75	86,25	7	11,66	93,31				
15/7	38	23,60	54,65	23	29,11	6	7,50	93,75	4	6,66	99,97				
22/7	61	37,89	92,54	9	11,39	5	6,25	100							
28/7	4	2,48	95,02	2	2,53										
Totaux	153	95,03		79	100	80	100		60	100		38	97,44	190	100
Total récolte	161		100	79	100	80		100	60		100	39		190	100

TABLEAU X

VARIÉTÉ D

Hauteur Fleurs Date	D ₁					D ₂					D ₃				
	S	%	% cum.	D	%	S	%	% cum.	D	%	S	%	% cum.	D	% cum.
14/6															
16/6															
20/6															
23/6															
26/6															
30/6	4	2,15	2,15	5	7,69	8	14,54	14,54	7	5,93				13	11,01
3/7	10	5,37	7,52	7	10,76	2	3,63	18,17	17	14,40	1	20	20	57	48,30
7/7	42	22,58	30,10	15	23,07	3	5,45	23,62	25	21,18	1	20	40	27	22,88
10/7	69	37,09	67,19	24	36,92	13	23,63	47,25	33	27,96	1	20	60	8	6,77
15/7	58	31,18	98,37	12	18,46	16	29,09	76,34	29	24,57	1	20	80	11	9,32
22/7	3	1,61	99,98	1	1,53	12	21,81	98,15	7	5,93	1	20	100	2	1,69
28/7				1	1,53	1	1,81	99,96							99,97
Totaux	186	100		65	100	55	100		118	100	5	100		118	100
Total récolte	186		100	65		55		100	118		5		100	118	100

TABLEAU XI

VARIÉTÉ E

Hauteur	E ₁						E ₂						E ₃					
	Fleurs	S	%	% cum.	D	%	S	%	% cum.	D	%	% cum.	S	%	% cum.	D	%	% cum.
14/6													20	13,89	13,89	29	21,32	21,32
16/6													74	51,39	65,28	56	41,17	62,49
20/6		112	57,73	57,73	38	60,31	60,31	43,47	43,47	36	39,56	39,56	65	56,52	99,99	51	37,50	99,99
23/6		60	30,92	88,65	20	31,74	92,05											
26/6		13	6,70	95,35	4	6,34	98,39											
30/6		4	2,06	97,41														
3/7		2	1,03	98,44	1	1,58	99,97											
7/7		2	1,03	99,47														
10/7		1	0,51	99,98														
15/7																		
22/7																		
28/7																		
Totaux		194	100		63	100		115	100	91	100		144	100		136	100	
Total récolte		194		100	63		100	115		91		100	144		100	136		100

TABLEAU XII

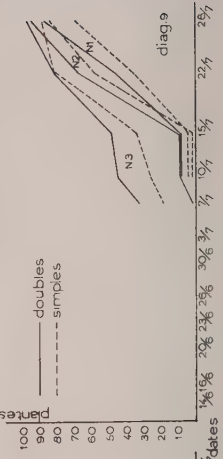
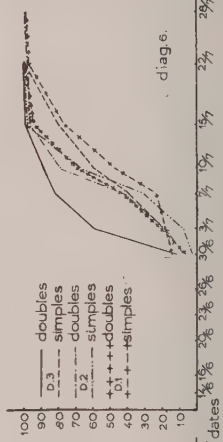
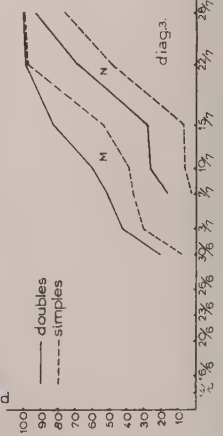
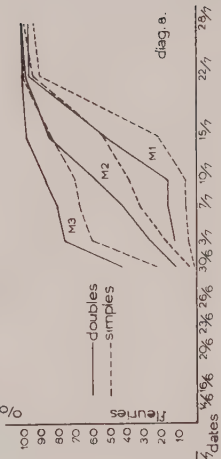
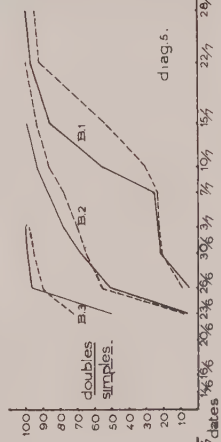
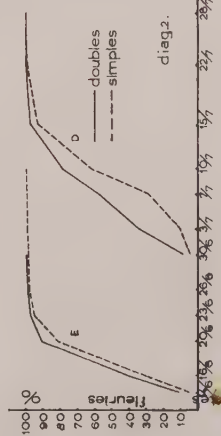
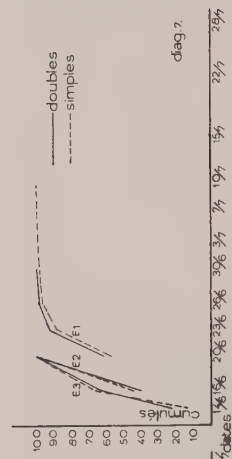
VARIÉTÉ M

Hauteur	M ₁					M ₂					M ₃				
	S	%	% cum.	D	%	% cum.	D	%	% cum.	S	%	% cum.	D	%	% cum.
Date															
14/6															
16/6															
20/6															
23/6															
26/6															
30/6	1	0,80	0,80							23	21,90	21,90	19	42,22	42,22
3/7	5	4,03	4,83	3	12	12				40	38,09	59,99	15	33,33	75,55
7/7	1	0,80	5,63	1	4	16				7	6,66	66,65	2	4,44	79,99
10/7										3	2,85	69,50	3	6,66	86,65
15/7	20	16,12	21,75	9	36	52				15	14,28	83,78	5	11,11	97,76
22/7	85	68,54	90,29	11	44	96				16	15,23	99,01	1	2,22	99,98
28/7	4	3,22	93,51							1	0,95	99,96			
Totaux	116	93,51		24	96					104	99,96		45	99,98	
Total récolte	124		100	25		100				105		100	45		100

VARIÉTÉ N

TABLEAU XIII

Hauteur Date	N ₁					N ₂					N ₃				
	S	%	% cum.	D	%	% cum.	D	%	% cum.	S	%	% cum.	D	%	% cum.
14/6															
16/6															
20/6															
23/6															
26/6															
30/6															
3/7															
7/7															
10/7	4	3,80	3,80	5	8,06	8,06				1	1,35	1,35	1	1,35	1,35
15/7															
22/7	34	32,38	36,18	24	38,70	46,76				1	1,88	1,88	5	6,75	8,10
28/7	35	33,33	69,51	25	40,32	87,08				30	56,60	58,48	44	59,45	67,55
										14	26,41	84,89	20	27,02	94,57
Totaux	73	69,51		54	87,08					45	84,89		70	94,57	
Total récolte	105		100	62		100				53		100	74		100
										24	88,85		135	96,41	
										27		100	140		100



Les mêmes essais sur l'association de la duplicature des grandes plantes ont été refaits en 1953, mais avec d'autres variétés (voir tableau XIV).

D : *Danoise*,

1 :	<i>Mammoth colonne géante</i>	bleu clair (origine américaine),
10 :	»	bleu clair (origine allemande),
9 :	»	carmin (origine américaine),
8 :	»	rose (origine allemande),
80 :	»	rose (origine allemande),
0 :	»	cramoisi (origine américaine),
00 :	»	cramoisi (origine allemande).

On trouve D : $\chi^2 = 303,04^{***}$

1 : $\chi^2 = 49,47^{***}$

10 : $\chi^2 = 99,29^{***}$

9 : $\chi^2 = 142,40^{***}$

8 : $\chi^2 = 71,73^{***}$

80 : $\chi^2 = 81,85^{***}$

0 : $\chi^2 = 85,62^{***}$

00 : $\chi^2 = 103,62^{***}$

D'où on constate une association étroite entre les grandes plantes et la duplicature des fleurs.

2. ESSAIS SUR L'ASSOCIATION

DE LA COULEUR CLAIRE DES FEUILLES ET LA DUPLICATION DES FLEURS

E. BÖHNERT [6] a obtenu d'excellents résultats avec les races *Excelsior élevée* et *Schreiber's double élevée*, en appliquant un critère fixé par KAPPERT [2] et suivant lequel, dans un semis d'une nouveauté, les plantules étant à l'état cotylédonaire, il a pu choisir celles qui portèrent des fleurs doubles dans une proportion quasi certaine de 100 %. Ce critère observé par KAPPERT [2] résulte d'une corrélation entre la pigmentation vert clair des plantules qui donneront des fleurs doubles et la pigmentation vert foncé de celles devant donner naissance aux plantes à fleurs simples. Dans une terrine de semis de ces races, environ 50 % des plantules ont des cotylédons d'un vert franc et 50 % des cotylédons d'un vert jaunâtre.

La différence de teinte apparaît le mieux lorsque la germination se fait aux environs de 12 °C.

Il y a quelques mois, le « GARDENER'S CHRONICLE » [7] annonçait l'apparition sur le marché de la variété danoise *Beeding Beauty Mixed* (A. HANSEN 100 % doubles). En réalité, il s'agit, semble-t-il, d'une application du critère observé ci-dessus par BÖHNERT. En effet, chez cette nouveauté, on arrive à 100 % de doubles en éliminant des caisses de semis, dès la germination, les plantes à cotylédons vert foncé qui donneraient des plantes à fleurs simples.

TABLEAU XIV

Fréquences											
Variété	D			1			10			9	
Fleur Hauteur	S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D
Petites	309	155	464	28	7	35	88	36	124	117	31
Moyennes	247	237	484	13	23	36	61	43	104	104	80
Grandes	113	552	665	3	48	51	32	153	185	29	159
Totaux	669	944	1613	44	78	122	181	232	413	250	270

TABLEAU XIV'

Fréquences

Variété	D			1			10			9	
Fleur Hauteur	S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D
Petites	192,45	271,55	464	12,62	22,38	35	54,34	69,66	124	71,15	76,85
Moyennes	200,74	283,26	484	12,98	23,02	36	45,58	58,42	104	88,46	95,54
Grandes	275,82	389,18	665	18,40	32,60	51	81,08	103,92	185	90,39	97,61
Totaux	669	944	1613	44	78	122	181	232	413	250	270
	$\chi^2 = 303,04^{***}$			$\chi^2 = 49,47^{***}$			$\chi^2 = 99,29^{***}$			$\chi^2 = 142,40^{**}$	

Observées

8			80			0			00		
S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
67	38	105	96	33	129	62	26	88	138	45	183
91	61	152	65	38	103	116	63	179	103	60	163
29	126	155	38	122	160	40	117	157	51	148	199
87	225	412	199	193	392	218	206	424	292	253	545

Théoriques

8			80			0			00		
S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
7,66	57,34	105	65,49	63,51	129	45,25	42,75	88	98,05	84,95	183
8,99	83,01	152	52,29	50,71	103	92,03	86,97	179	87,33	75,67	163
0,35	84,65	155	81,22	78,78	160	80,72	76,28	157	106,62	92,38	199
7	225	412	199	193	392	218	206	424	292	253	545
$\chi^2 = 71,73^{***}$			$\chi^2 = 81,85^{***}$			$\chi^2 = 85,62^{***}$			$\chi^2 = 103,62^{***}$		

En janvier 1953, STEWART [8] parle d'une nouvelle variété double « *Column Double Pink* » chez laquelle les plantes à fleurs doubles se distinguent par leur feuillage clair. C'est sur cette variété que nous avons des tests sur l'association de la couleur des feuilles et la duplicature des fleurs. Les graines utilisées nous ont été gracieusement fournies par la « *Plant Industry Station* », Beltsville, Maryland, U.S.A.

a) étude de l'association des caractères « couleur des cotylédons/duplicature des fleurs », chez la variété « *Column Double Pink* » de Beltsville.

Le tableau XV a été divisé en 3 parties selon la période de séparation des plantes à feuilles claires de celles à feuilles foncées. Les 3 χ^2 obtenus sont nettement significatifs; il y a donc, pour cette variété, une association entre la duplicature des fleurs et la couleur vert clair des feuilles.

Il est bon de noter que, chez la variété étudiée, certaines plantes à cotylédons ou feuillage d'un vert foncé peuvent donner des fleurs doubles. Par contre, jamais nous n'avons observé des fleurs simples chez les plantes à feuillage clair.

Si, dans le tableau précédent, comme dans ceux qui vont suivre, des contradictions « apparentes » à cette remarque prennent place, elles proviennent toujours d'erreurs d'appréciation dans la teinte des cotylédons ou des feuilles. Ces erreurs étaient très manifestes après la mise en place définitive, bien avant la floraison.

b) Essai de détermination de la meilleure époque pour séparer les plantes à feuilles claires des plantes à feuilles sombres.

La séparation a été faite à 3 époques :

- a) à la germination,
- b) au repiquage,
- c) à la plantation.

Du tableau XVI, on peut tirer la conclusion importante suivante : lorsque la séparation s'intéresse à un grand nombre de plantes, sans autre attention que celle qui serait observée en pratique dans une exploitation horticole quelconque, des erreurs d'appréciation se font jour : des plantes dont on avait cru voir les cotylédons ou les feuilles d'un vert clair étaient en réalité d'un vert foncé et vice-versa, comme remarqué ci-dessus.

L'analyse des résultats obtenus peut se résumer comme suit :

- a) Séparation au moment de la germination.

Nous remarquons que sur les 215 plantes à cotylédons apparemment vert foncé à la germination, 199 avaient en réalité un feuillage foncé et ont donné des fleurs simples, mais que, par contre, 16 ont donné des fleurs doubles et ont montré un feuillage clair dès que la mise en place défini-

TABLEAU XV

Fréquences observées

Fleurs Cotylédons		SEPARATION									
		à la germination				au repiquage				à la plantation	
		S	D	T		S	D	T		S	T
Vert foncé		199	16	215		193	6	199		228	234
Vert clair		4	230	234		23	300	323		7	289
Totaux		203	246	449		216	306	522		235	523
Fréquences théoriques											
Fleurs Cotylédons		SEPARATION									
		à la germination				au repiquage				à la plantation	
		S	D	T		S	D	T		S	T
Vert foncé		97,21	117,79	215		82,35	116,65	199		105,14	234
Vert clair		105,79	128,21	234		133,65	189,35	323		129,86	289
Totaux		203	246	449		216	306	522		235	523
		$\chi^2 = 373,30^{***}$				$\chi^2 = 409,90^{***}$				$\chi^2 = 471,79^{***}$	

TABLEAU XVI

SEPARATION

a) à la germination		b) au repiquage		c) à la plantation		Total des plantes fleuries					
Couleur des cotylédons	nbre	Couleur des feuilles	nbre	%	Couleur des feuilles	nbre	%	Couleur des feuilles	nbre	%	Fleurs
vert foncé	215	vert foncé	206	95,81	vert foncé	199	96,60	vert foncé	199	92,55	S
		vert clair	9	4,19	vert clair	7	3,40	vert clair	7	3,25	D
vert clair	234	vert foncé	4	1,71	vert foncé	4		vert foncé	3	1,28	S
		vert clair	230	98,29	vert clair	1	0,43	vert foncé	1	0,42	D
					vert clair	229	99,57	vert clair	229	97,87	D
		vert foncé		199	vert clair	5	2,51	vert clair	5	2,52	D
					vert foncé	194	97,49	vert foncé	193	96,98	S
		vert clair		323	vert foncé	13	4,02	vert foncé	1	0,50	D
					vert clair	310	95,98	vert clair	13	4,03	S
					vert clair	234		vert foncé	10	3,09	S
					vert foncé	289		vert clair	300	92,88	D
								vert foncé	228	97,4	S
								vert foncé	6	2,6	D
								vert foncé	7	2,4	S
								vert clair	282	97,6	D

tive fut terminée. Donc en faisant la séparation à l'état cotylédonaire, on a perdu 7,44 % de fleurs doubles.

Parmi les 234 plantes à cotylédons apparemment clairs, on a dénombré, lors de la mise en place, seulement 5 plantes à feuilles foncées dont 4 ont des fleurs simples. Au moment de la floraison on a obtenu 1,7 % de fleurs simples.

b) Séparation au moment du repiquage :

199 plantes à feuillage vert foncé, dont on comptait 193 à fleurs simples, 5 à fleurs doubles à feuillage clair et 1 à fleurs doubles à feuillage foncé : 3,02 % de plantes à fleurs doubles ont donc été perdus.

323 plantes à feuillage vert clair dont 7,12 % ont donné des plantes à fleurs simples et qui présentaient un feuillage vert foncé.

c) Séparation au moment de la plantation :

Dans le tableau XVI, les plantes à feuillage vert foncé ont donné 228 plantes à fleurs simples et 6 plantes à fleurs doubles mais toutes à feuilles foncées.

Des plantes à feuillage vert clair, 282 étaient à fleurs doubles et 7 à fleurs simples. Ces 7 dernières avaient en réalité un feuillage vert foncé, alors qu'elles avaient été considérées comme claires, par erreur d'observation, lors de la séparation.

Dans ce cas-ci 2,6 % de plantes à fleurs doubles ont été perdus et on comptait parmi les plantes à feuilles claires à la plantation 2,4 % de plantes à fleurs simples mais considérées erronément claires de feuillage lors de la plantation.

III. — Année 1954

1. Les essais sur l'association des caractères « fleurs doubles » avec la « couleur claire des feuilles » ont été faits, cette année, sur d'autres variétés de diverses provenances (voir tableau XVII).

H ₀ :	<i>Excelsior</i> , à fleurs 100 % doubles blanches,
H ₁ :	» <i>Crimson</i> ,
H ₂ :	» <i>lilas rose</i> ,
H ₃ :	» <i>couleur chair</i> ,
H ₄ :	» <i>bleu clair</i> ,
D :	<i>de Schreiber</i> , 100 % doubles,
S ₁ :	<i>Excelsior</i> , 100 % doubles, blanches,
S ₂ :	» <i>bleu clair</i> ,
S ₃ :	» <i>rouge carmin</i> ,
S ₄ :	» <i>roses</i> ,

TABLEAU XVII

Variétés		H ₀			H ₁			H ₂			H ₃			
Fleur		S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T	
Cotylédons														
Foncé		81	1	82	73	4	77	86	5	91	130	4	134	
Clair		4	125	129		95	95		104	104		127	127	
Totaux		85	126	211	73	99	172	86	109	195	130	131	261	
		P=0,(48)1496			P=0,(43)2645			I ⁴ =0,(49)6277			P=0,(70)7037			
H ₄		S ₁			S ₂			S ₃			S ₄			
S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T	S	D	T
85	3	88	69	3	72	64	3	67	61	2	63	79	3	82
	114	114		127	127		79	79		55	55		30	30
85	117	202	69	130	199	64	82	146	61	57	118	79	33	112
P=0,(53)3833		P=0,(49)1673			P=0,(37)2459			P=0,(21)8578			P=0,(23)3484			

Le calcul de P par la méthode exacte de FISHER [10, p. 140] fournit toujours des valeurs très fortement inférieures à 0,001. Nous concluons donc que, chez les variétés étudiées, il y a association très étroite entre la couleur claire des cotylédons et la duplication des fleurs, ainsi qu'entre la couleur foncée des cotylédons et la simplicité des fleurs.

CONCLUSIONS

I. De l'examen des résultats précédents, il est aisé de proposer aux horticulteurs la ligne de conduite à suivre :

1. ne plus choisir que des variétés extériorisant les caractères corrélatifs bien fixés « feuillage-clair — fleurs doubles » et « feuillage foncé — fleurs simples »;
2. effectuer la séparation dès la germination, pour éviter des dépenses inutiles de main-d'œuvre, tout en recherchant, par après, lors du repiquage et de la mise en place définitive, les erreurs d'appréciation qu'on aurait pu commettre lors des séparations précédentes;
3. à défaut de variétés présentant ces caractères, l'horticulteur pourra toujours recourir aux anciennes variétés dont il conservera uniquement les plantes les plus fortes.
Malheureusement, par ce procédé, il n'obtiendra jamais, dans une plantation, une proportion de 100 % de fleurs doubles, comme par la méthode conseillée ci-dessus.

II. Quant aux sélectionneurs, ils s'efforceront d'imprimer aux anciennes variétés les plus demandées ces caractères corrélatifs « feuillage clair — fleurs doubles » et « feuillage foncé — fleurs simples » si intéressants pour l'horticulteur.

BIBLIOGRAPHIE

I. Duplication des quarantaines.

1. SAUNDERS, E. R. — The double stock, its history and behaviour. *Journ. Roy. Hort. Soc.*, vol. XL, part. III, p. 450-472, 1915.
2. KAPPERT, H. — Ein Erfolg in der Züchtung der gefüllten Levkojen. *Geisenheimer Mitteilungen*, n° 54, p. 106, 1939.
3. EMSWELLER, S. L. — Selection of double flowered stocks in small plant stage. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sc.*, n° 35, p. 747, 1937.
4. EMSWELLER, S. L. — Communication personnelle, Juin 1951.
5. PRYOR, R. L. — Time of bloom of double and single stocks. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sc.*, n° 36, p. 765, 1938.
6. BOHNERT. — Treiberei « allgefüllter » Levkojen. *Gartenwelt*, n° 2, p. 23, 1951.
7. G. D. G. — Seed novelties and recent introduction. *The Gardener's Chronicle*, vol. CXXXI, n° 3394, p. 33, 1952.
8. STEWART. — Seedworld, 16-1-1953, p. 40.

II. Etude biométrique.

9. FISHER, R. A. — *Journ. Roy. Stat. Soc.*, 85, 87, 1922.
10. FISHER, R. A. — Les méthodes statistiques adaptées à la recherche scientifique. (Trad. T. Bertrand). 1947, *Presses Universitaires de France, Paris*.
11. FISHER, R. A., YATES, F. — Statistical tables. 1953, 5^e édit. *Oliver and Boyd, London*.
12. YULE, G. — *Journ. Roy. Stat. Soc.*, 85, 95, 1922.
13. NEYMAN, J. — First course in probability and statistics. 1950, *Holt Cy, New-York*.
14. MARTIN, L. — Appendice statistique au rapport sur le pronostic des deux premières années de la méningite tuberculeuse traitée à la streptomycine. *Imprimerie Méd. et Scient., Bruxelles*, 705-720, 1953.
15. SNEDECOR, G. — Statistical methods. *The Iowa State College Press*, 1948.
16. VESSEREAU, A. — Méthodes statistiques en biologie et agronomie. *Paris*, 1947.

RESUME

Etude biométrique de la duplication des giroflées-quarantaines en fonction de certains caractères phénotypiques corrélatifs :

- fleurs doubles — fortes plantes ;
- fleurs doubles — bord des feuilles échancré plus tôt ;
- fleurs doubles — épanouissement plus précoce des fleurs ;
- fleurs doubles — feuillage clair, pour certaines variétés récentes.

Actuellement, en utilisant les dernières obtentions extériorisant les caractères corrélatifs « feuillage clair — fleurs doubles » et « feuillage foncé — fleurs simples », il est possible de constituer un parterre homogène de quarantaines à fleurs à 100 % doubles.

SUMMARY

Biometrical study on doubleness in stocks (*Matthiola incana*, *R. Br. annua*, *Voss*) in relation with some correlative phenotypical characteristics :

- double flowering — strong plants ;
- double flowering — earlier appearance of indentations on young leaves ;
- double flowering — earlier flowering ;
- double flowering — light green foliage, in some new varieties.

By choising among the latter, it is, at present, possible to set out beds with 100 per cent of double flowering stocks.

**Contribution à l'étude
des propriétés germinatives de fâines
par la méthode au chlorure de 2-3-5
triphenyltetrazolium (*) (**)**

par

R. EVRARD

Il est désirable, et même absolument nécessaire, lorsqu'il s'agit d'une recherche scientifique, de connaître, avant l'époque normale du semis, la valeur germinative d'une graine et d'en estimer la levée.

Diverses méthodes sont employées pour analyser la qualité des graines forestières (1).

Rappelons le procédé le plus courant qui est le test au germoir. Cette méthode assurément simple ne convient guère pour les semences volumineuses et lentes à germer, comme les fâines (2) et les glands (3).

Les méthodes indirectes d'appréciation, telles que l'épreuve de la coupe ou de l'écrasement, l'immersion, la détermination de la conductibilité électrique, de l'émission de chaleur, de CO₂, etc... restent peu démonstratives. Certaines réclament, en outre, une grande expérience, de la part de l'opérateur.

Le moyen le plus sûr de vérifier la qualité des grosses graines est évidemment de rechercher le rendement réel en plants, dans les planches de

(*) Déposé à la rédaction le 15 janvier 1955.

(**) La présente note rentre dans le cadre d'un travail intitulé « Biologie de la régénération naturelle dans la forêt de Haute-Marlagne » subsidié par le Fonds National de la Recherche Scientifique (F.N.R.S.).

pépinière. Cette technique a comme désavantage d'être longue et de ne pas permettre une appréciation avant l'époque normale d'utilisation de la semence.

Les méthodes rapides, utilisant les colorants vitaux, n'auraient pas ces inconvénients : elles sont d'ailleurs en vogue à l'heure actuelle et recommandées par certains auteurs malgré quelques faiblesses.

Nous avons utilisé le test au sel de tétrazolum dont l'effet est bien connu : les tissus de la graine tantôt montrent une coloration d'un rouge intense, tantôt restent incolores ou gardent leur teinte primitive.

L'absence de coloration sur des plages importantes traduit une altération plus ou moins grande de la vitalité de la semence suivant la localisation de ces zones.

Si la méthode réclame de l'opérateur une certaine habileté dans les manipulations, elle permet d'obtenir des résultats en quelques jours. Elle est surtout intéressante pour les espèces dont les graines sont lentes à germer.

D'une manière générale, les faînes réagissent facilement et intensément à la coloration au tétrazolum. D'après LAKON et BULAT (2) et ROHMEDE (4) les contrôles par les essais classiques de germination confirment les indications globales obtenues par cette méthode rapide et les impressions détaillées sur la plus ou moins grande vitalité des graines. Le test au tétrazolum serait donc à retenir en ce qui concerne la valeur de la technique des manipulations et l'appréciation des résultats.

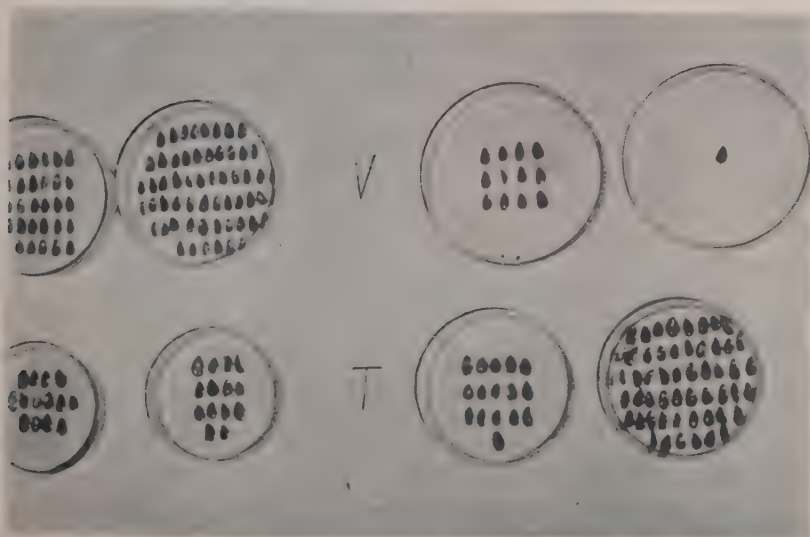
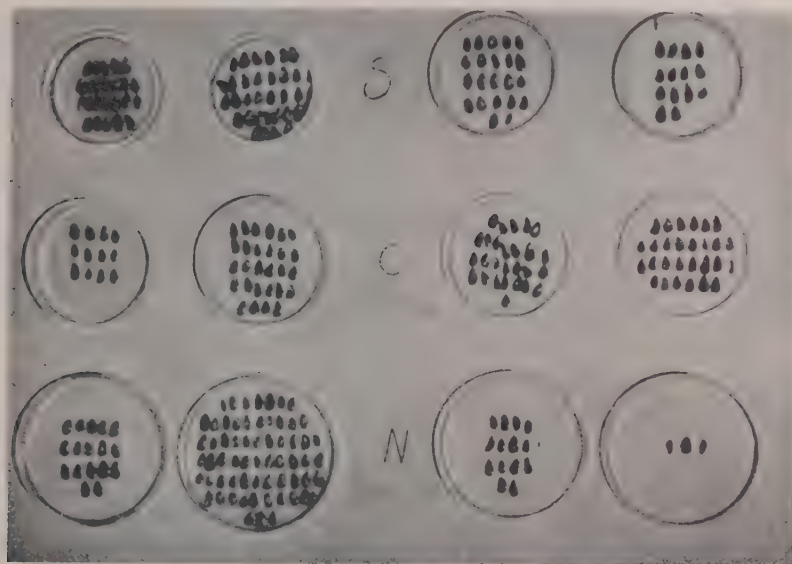
*
**

La forêt de Haute Marlagne, dont nous étions chargé d'étudier la régénération naturelle, est un massif forestier de 650 ha environ, propriété de la famille d'Arenberg. C'est dans sa majeure partie une futaie de hêtre et chêne avec dominance du hêtre ! Elle est située à 10 km au S-W de Namur et repose sur les terrains du dévonien inférieur qui s'étendent, à peu de distance au S. du sillon Sambre et Meuse et parallèlement à ce dernier, en une longue bande plus ou moins large. L'altitude moyenne est de 220 m.

Nous avons récolté un lot de faînes dans trois cantons de la forêt, le premier au nord, le deuxième au centre, le troisième au sud du massif. Nous avons constitué notre premier témoin par des graines originaires d'Allemagne - Hunsrück à 300 m d'altitude - pour lesquelles le certificat d'achat indiquait, lors de l'épreuve de la coupe, 80 à 85 % de semences viables. Notre second témoin était formé de semences récoltées par nos soins sous quelques vieilles réserves de la forêt de Soignes (Série de Groenendael) (*).

(*) Toutes ces faînes constituant notre matériel d'étude ont été soumises à un examen minutieux et éliminatoire quant à leur aspect extérieur. Nous les avons ensuite soumises à l'épreuve de l'immersion dans l'eau. Nous avons donc recueilli un matériel de choix constitué de graines bien pleines et lourdes.

Les résultats du test au tétrazolium sont visibles dans les clichés ci-dessous.



Chaque rangée horizontale forme un lot identifié par une lettre comme suit :

- S. Graines récoltées au sud de la forêt;
- C. Graines récoltées au centre de la forêt;
- N. Graines récoltées au nord de la forêt;
- V. Fâines de Soignes (vieux arbres);
- T. Fâines allemandes.

Ces lots sont répartis en quatre colonnes d'après le degré de vitalité. Nous avons distingué la vitalité de l'embryon et celle de la réserve cotylédonnaire et nous avons établi le classement suivant, *de droite à gauche* :

Colonne 1 (+ +) embryons et cotylédons parfaitement colorés.

Colonne 2 (+) embryons rosés (ou rouges mais avec cotylédons plus ou moins décolorés du côté opposé à l'embryon).

Colonne 3 (—) embryons de couleur variable avec cotylédons fortement décolorés sur de grandes plages.

Colonne 4 (— —) embryons totalement décolorés.

Les indications numériques sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Lots	— —	—	+	+ +
S	24	34	22	14
C	12	28	27	28
N	17	63	14	3
V	29	58	12	1
T	14	14	16	54

On peut évidemment objecter que ce classement est plus ou moins subjectif comme toute interprétation basée sur une réaction colorimétrique. Qu'il nous soit cependant permis d'analyser ces résultats.

Sauf pour le lot T, peu fréquentes sont les graines accusant une vitalité élevée — embryon et cotylédons parfaitement colorés. Le plus souvent les cotylédons ont très mal réagi au sel de tétrazolium même si l'embryon semble viable.

Ce qui revient à dire que si l'embryon peut à priori, donner naissance à une plantule, les faibles réserves cotylédonnaires vivantes sont incapables d'assurer leur rôle alimentaire normal. En d'autres termes, l'avenir de telles plantules est compromis d'avance et il y a peu d'espoir de les voir évoluer au-delà du stade cotylédonnaire.

Or, c'est précisément ce résultat déplorable que nous constatons en Haute-Marlagne après chaque fâinée, même abondante. Si la plupart des

fructifications donnent lieu à une belle levée de semis, ceux-ci disparaissent dès la première année et au plus tard la seconde année après leur naissance.

Remarquons également des différences assez notables entre nos divers lots : les résultats sont, pour notre témoin de Soignes, encore plus décevants (*) et le lot du canton nord de la forêt s'est montré nettement inférieur à ceux des lots des cantons du centre et du sud du massif.

*
**

Nous nous garderons prudemment de généraliser : les faînées sont évidemment variables en quantité et bien entendu aussi en qualité. Mais la fructification de 1953 pouvait être considérée comme une bonne faînée moyenne, du moins en quantité. Nous espérons, lors des prochaines fructifications de hêtraies, reprendre cette étude et revoir alors notre première interprétation à la lumière d'une expérience plus étendue.

*
**

Le test au tétrazolum, intéressant par sa technique rapide et ses résultats, ne suffit pas à lui seul pour estimer les chances de levée au printemps et le rendement en plants. Comme le fait remarquer ROHME-DER (4) une semence plus ou moins desséchée peut être incapable de germer tout en réagissant favorablement au sel de tétrazolum.

Malgré des perspectives a priori peu favorables, nous avons tenté la vérification, à la levée, de la valeur des faînes par des semis en terrines, en planches de pépinière, en parcelles expérimentales travaillées et fertilisées dans la forêt de Haute-Marlagne.

Les résultats ont été désastreux : en terrines et pépinières, le témoin allemand nous a donné quelques plantules (10 à 23 %), les autres lots n'ont même pas germé. En forêt sous l'influence combinée de la qualité médiocre des graines et surtout des conditions climatiques très défavorables du printemps 1954, il n'y a eu aucune levée, quel que soit le lot.

*
**

Un résultat nous paraît acquis : il faut se préoccuper de la vitalité des faînes et non plus seulement de leurs qualités extérieures et même du simple pouvoir germinatif. L'absence de vitalité chez les faînes nous semble responsable des échecs si nombreux enregistrés, en certains milieux, dans la régénération naturelle du hêtre.

Si cette opinion peut être vérifiée et confirmée par des études ultérieures, les conclusions que l'on peut en tirer pourraient influencer de façon décisive le traitement de la forêt de Haute-Marlagne.

(*) La levée de 1954 est disparue en 8 jours sous le gros hêtre Visart. (Renseignement aimablement fourni par le garde forestier SWEVER.)

Si le hêtre y est d'une excellente production en volume, s'il y offre des qualités technologiques intéressantes, il ne paraît malheureusement pas rencontrer, en cette forêt, les conditions optimales au point de vue biologique et sa régénération naturelle y semble très difficile.

Outre les causes habituellement invoquées et qui ont trait à la nature des couches superficielles du sol et à l'ambiance locale, nous pensons attribuer cette carence également à la faible vitalité des faines des semenciers autochtones.

Par conséquent, en Haute-Marlagne, le hêtre ne devrait pas constituer l'essence dominante de la forêt mais simplement une espèce compagne d'un Querceto-Carpinetum, ce qui rejoindrait les enseignements de la phytosociologie du domaine.

Il nous est difficile de ne pas évoquer, pour terminer, l'analogie entre ce type de peuplement et certains massifs décrits par les forestiers français (5) (6).

BIBLIOGRAPHIE

- (1) HOLMES, G. D. — Methods of testing the germination quality of forest tree seed, and the interpretation of results. *Forestry Abstracts*. Vol. 13; n° 1, 1951, pp. 5-15.
 - (2) LAKON und BULAT. — Die Feststellung der Keimfähigkeit der Laubholzsaamen nach dem topographischen tetrazolium Verfahren. *Saatgut Wirtschaft*, juli 1952, p. 166.
 - (3) POSKIN, A. — Le chêne pédonculé et le chêne rouvre. Leur culture en Belgique. *Editeur J. Duculot*. 1934, p. 83.
 - (4) ROHMEDER, E. — Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen. *Baye-rischer Landwirtschaftsverlag. München*. 1951. pp. 52-56.
 - (5) SILVY-LELIGOIS, P. — Les problèmes de la régénération dans les hêtraies normandes. *Revue forestière française*, 1949 ; n° 9-10 ; pp. 426-434.
 - (6) LESAGE, G. — La Hêtraie Normande, peuplement artificiel. *Revue forestière française*, 1954 ; n° 11 ; pp. 649-656.
-

Action du thiouracile et de l'uracile sur le crown-gall (*)

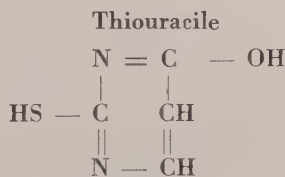
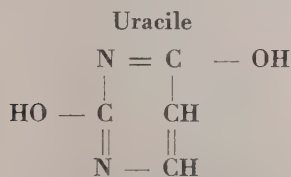
par

Paul MANIL et Jean FOURNEAU

(Travail effectué avec l'aide du Centre Interuniversitaire de Recherches
sur la Croissance normale et pathologique, et de la Fondation Rockefeller)

A. — INTRODUCTION

1) Le thiouracile et l'uracile appartiennent au groupe des bases pyrimidiques, constituants des acides nucléiques. Le thiouracile ne diffère chimiquement de l'uracile que par la substitution d'un atome de S à un atome de O. Par contre, en ce qui concerne leurs propriétés biochimiques, ces corps présentent un cas typique d'antagonisme biochimique (1).



Les produits utilisés dans nos essais proviennent des Schwartz Laboratories, Inc., à New-York.

2) *Action sur les virus*. Divers auteurs (B. COMMONER et F.-L. MERGER, 1951, 1952; F.-C. BAWDEN, R.-E.-F. MATTHEWS, 1953; F.-C. BAWDEN et B. KASSANIS, 1954 (2), (5), (6), (7), ont étudié récemment l'action de ces deux composés sur différents virus et, notamment, sur le virus de

(*) Reçu pour la publication, le 17 janvier 1955.

la mosaïque du tabac. Ils ont utilisé diverses méthodes : vaporisation directe du produit sur les feuilles; immersion de feuilles entières ou de fragments de feuilles dans des solutions de concentrations variées.

Le thiouracile prévient l'infection par le virus. En outre, chez le tabac, mais non chez d'autres espèces végétales, le thiouracile, à l'inverse d'autres produits actifs, est capable d'interrompre la multiplication du virus dans les tissus foliaires où il s'est déjà installé. Cette propriété du thiouracile semble donc assez spéciale. Cependant, le thiouracile n'inactive pas le virus *in vitro*.

BAWDEN et KASSANIS (7) notent que le thiouracile n'agit pas spécifiquement sur le virus de la mosaïque du tabac, mais aussi, dans les feuilles de tabac, sur le virus de la mosaïque « aucuba » de la tomate, sur le virus de la « nécrose du tabac », sur le virus Y de la pomme de terre, etc. Selon MATTHEWS, le produit est inactif cependant sur l'agent de la mosaïque de la luzerne, avec le tabac et *Nicotiana glutinosa* comme « plantes-hôtes ».

La nature de l'hôte est un facteur déterminant : l'effet inhibiteur est net sur le virus de la « nécrose du tabac » chez *N. tabacum* et *N. glutinosa*, mais nul chez *Phaseolus vulgaris* (BAWDEN et KASSANIS).

D'autre part, l'action inhibitrice du thiouracile est totalement réversée par l'uracile. Lorsque ce dernier agit seul, il exerce une action légèrement favorable.

Quant au mode d'action du thiouracile sur les virus, diverses hypothèses ont été émises. Mais les recherches ne sont pas suffisamment avancées pour permettre de décider entre elles. Mentionnons cependant les travaux de R. JEENER et J. ROSSEELS (4), réalisés au moyen de 2-thiouracile ³⁵S, selon lesquels le thiouracile serait incorporé à l'acide ribonucléique du virus de la mosaïque. Cette incorporation entraverait la multiplication des particules modifiées. Cette hypothèse n'explique pas, semble-t-il, le rôle spécifique de l'hôte, observé par BAWDEN et KASSANIS. Sauf à admettre que les enzymes assurant l'incorporation de la « base anormale », chez un hôte donné, peuvent avoir une spécificité différente chez un autre hôte, et ne pas assurer là cette incorporation (R. JEENER, Communication personnelle).

On n'ignore pas que l'hypothèse virologique du *crown-gall* est envisagée par certains auteurs. Les recherches récentes de CAMUS, non encore publiées, mais évoquées par R.-J. GAUTHERET (3), ont permis de constater dans les tissus tumoraux la présence d'un protéide de poids moléculaire élevé, qui n'existe pas dans les tissus normaux.

Il resterait à démontrer qu'il s'agit là d'un virus (pour autant que l'on puisse définir un virus...) et que celui-ci est bien transmis ou « révélé » par *A. tumefaciens*.

On sait, d'autre part, qu'il existe d'authentiques tumeurs à virus, chez les plantes.

En étudiant l'action de l'uracile et du thiouracile, d'une part, sur *A. tumefaciens*, *in vitro* et, d'autre part, sur les tumeurs induites par cet organisme, notre but fut d'établir d'éventuelles correspondances entre les essais sur virus et nos propres recherches sur le crown-gall et son agent microbien.

B. — ACTION DE L'URACILE ET DU THIOURACILE SUR

A. TUMEFACIENS

Le milieu de culture suivant fut coulé en plaques de Pétri :

Mannite	...	...	...	...	...	...	...	...	...	10 g
NaCl	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0,2 g
K ₂ HPO ₄	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0,5 g
Mg SO ₄ . 7H ₂ O	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0,2 g
CaSO ₄ . 2H ₂ O	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0,1 g
CaCO ₃ .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0,1 g
Eau de levure	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100 cc.
Eau distillée	...	...	...	...	...	...	...	...	...	900 cc.
Gélose	...	...	...	...	...	...	...	...	...	15 g

Les boîtes de Pétri furent ensuiteensemencées d'*A. tumefaciens*. Après refroidissement, furent déposés à leur surface, des disques de papier-filtre d'un cm de diamètre, préalablement imprégnés de solutions différemment concentrées, de produits à l'étude. Trois boîtes furent réservées à l'uracile, trois autre au thiouracile. Chaque boîte contenait cinq disques : le premier imprégné d'eau, les quatre autres contenant les produits aux concentrations suivantes :

1 g/litre; 0.1 g/litre; 0.01 g/litre; 0.001 g/litre.

Lors d'un second essai similaire, furent déposées, sur le milieu gélifié, parallèlement ou à angle droit, des bandes de papier-filtre (7 cm × 1 cm), imprégnées, les unes d'uracile, les autres de thiouracile: les concentrations à l'étude furent alors : 1 g/litre et 0.1 g/litre, une bande imprégnée de thiouracile étant voisine d'une bande imprégnée d'uracile, avec diverses combinaisons de concentrations.

Tous ces essais donnèrent des résultats absolument négatifs : on n'observe, dans les conditions de nos essais, ni une action inhibitrice du thiouracile, ni une action favorable de l'uracile. Ces produits n'ont aucune action décelable sur *Agrobacterium tumefaciens*.

En conclusion, des résultats positifs éventuels sur le crown-gall ne pourront être attribués à une action des produits sur la bactérie elle-même.

C. — ESSAIS SUR LE CROWN-GALL

Essai 1 : 6 *Datura* furent inoculés dans la tige, en trois points équidistants, soit :

a) 2 *Datura* inoculés au moyen d'une suspension d'*A. tumefaciens* dans 2 cc de thiouracile à 1 g/litre;

b) 2 autres inoculés au moyen d'une suspension bactérienne en eau stérile;

c) les deux derniers furent inoculés de la manière suivante :

- 1) les inoculations inférieure et supérieure du premier furent effectuées au moyen de la suspension bactérienne dans le thiouracile et l'inoculation intermédiaire au moyen de la suspension en eau stérile;
- 2) pour la seconde plante, on procéda de façon inverse : inoculations supérieure et inférieure au moyen de la suspension bactérienne en eau stérile, inoculation intermédiaire au moyen de la suspension dans le thiouracile.

OBSERVATIONS

Les tumeurs commencèrent à apparaître une dizaine de jours plus tard, mais sans que des différences caractéristiques puissent être notées. Il en fut de même par la suite : lorsque l'essai fut interrompu après deux mois, les différences observées en ce qui concerne le diamètre des tumeurs étaient distribuées si irrégulièrement qu'on ne put en tirer aucune indication.

CONCLUSIONS

Dans les conditions de nos essais, les résultats sont négatifs. Mais cela ne laisse rien préjuger pour les essais suivants, les quantités de thiouracile introduites dans les plaies étant peu importantes.

*
**

Essai 2 : Une solution de thiouracile à 100 mg/litre fut pulvérisée sur les feuilles de trois plantes de tomates et de trois *Datura*. Ensuite, *A. tumefaciens* fut inoculé en trois points équidistants de la tige de chaque plante. Des plantes inoculées, mais non traitées par le thiouracile, servirent de témoins.

Les pulvérisations furent répétées trois fois, 2, 4 et 6 jours plus tard.

OBSERVATIONS

a) *Hôte* : Dès après la troisième pulvérisation, on constate un jaunissement du limbe foliaire des *Datura*, entre les nervures. Mais après 15 jours, ce phénomène avait notablement régressé, pour s'effacer ensuite totalement. Une pulvérisation supplémentaire, effectuée le 19^{me} jour, demeura sans effet.

Les tomates, par contre, ne présentent aucun phénomène particulier.

b) *Tumeurs* : les tumeurs commencent à apparaître dès le 9^{me} jour après l'inoculation, un peu plus développées chez les tomates que chez les *Datura*. Les observations ultérieures ne donnent rien de particulier : à la fin de cet essai, soit deux mois plus tard, les tumeurs traitées sont égales ou même plus volumineuses que les tumeurs-témoins, ceci pouvant être dû à une vigueur plus grande de certaines des plantes en expérience.

CONCLUSIONS

Dans les conditions de nos essais, le liquide pulvérisé sur les feuilles n'exerce aucune action sur le développement des tumeurs des tiges. En ce qui concerne l'action du thiouracile sur les *Datura*, notons que MATTHEWS (5), ainsi que BAWDEN et KASSANIS (7), ont observé une action semblable du thiouracile sur *Nicotiana sp.* De plus "while spraying is continued", notent BAWDEN et KASSANIS, "the plant make little or no growth, but when it stops thew gradually recover and after a week or more show few effects". Cependant, ces auteurs ont observé que ces phénomènes ne sont pas réversés par l'uracile; en outre, les feuilles de *Phaseolus vulgaris* sont affectées par le même phénomène, alors que le thiouracile n'exerce aucune influence sur les virus chez cet hôte : ce fait semble montrer qu'il s'agit de deux séries indépendantes de phénomènes.

*
**

Essai 3 : Application d'uracile et de thiouracile au moment de l'inoculation.

Des *Datura* furent inoculés en trois points de la tige, sur un même plan horizontal. Immédiatement après, cette région de la tige fut entourée d'un manchon d'ouate, lui-même recouvert de cellophane. L'ouate fut ensuite imbibée des solutions à l'étude; les extrémités inférieure et supérieure du cylindre de cellophane furent bouchées au moyen de plasticine, afin de réduire au minimum les pertes par évaporation, et favoriser le contact avec les tumeurs. Quatre jours plus tard, l'ouate fut réimbibée.

En fait : 2 *Datura* furent ainsi traités à l'eau, et servirent de témoins (*plantes T*) ;

2 autres furent traités par une solution de thiouracile à 1 g/litre (*plantes A*) ;

Les 2 suivants furent traités par une solution d'uracile à 1 g/litre (*plantes B*) ;

2 plantes enfin furent traitées, la première fois au thiouracile, la seconde fois à l'uracile (1 g/litre) (*plantes C*).

OBSERVATIONS

L'ouate fut enlevée après 9 jours. Les témoins présentaient un début de tuméfaction en bordure des blessures, et une profilération nette dans les cicatrices.

Chez les plantes traitées à l'uracile, ces phénomènes étaient encore plus prononcés.

Par contre, chez les plantes traitées au thiouracile, on n'observe aucune tumourisation.

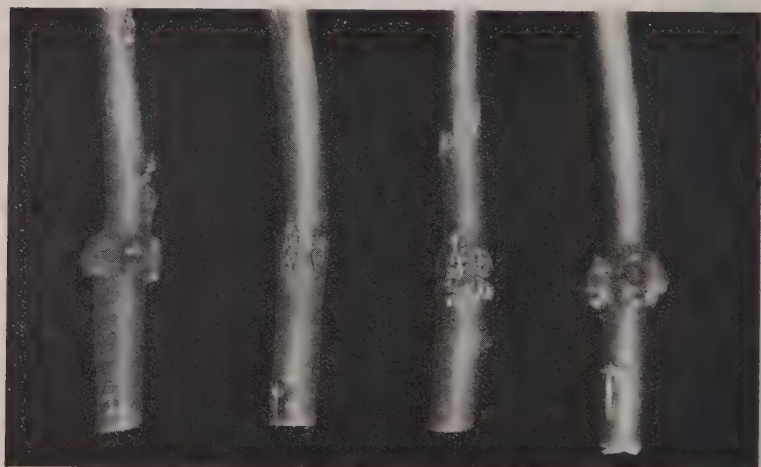
Il en est de même chez les plantes traitées au thiouracile, puis à l'uracile.

Notons encore qu'une des plantes A paraît en mauvais état physiologique : petite taille, feuilles tombantes, et que les deux plantes C ont leurs feuilles recroquevillées, surtout les plus jeunes.

Après un mois, les tumeurs des témoins ont environ trois mm de diamètre; quant aux tumeurs des plantes B, elles sont de dimensions égales ou supérieures aux précédentes, l'une même étant beaucoup plus volumineuse.

Chez les plantes A et C, qui ne présentaient aucune tumourisation trois semaines plus tôt, commencèrent à apparaître de petites tumeurs de la grosseur d'une tête d'épingle. Chez les plantes A, elles se localisent aux extrémités inférieure et supérieure des cicatrices, alors que chez les plantes C, c'est dans les bles sûres qu'elles apparaissent. En outre, les cicatrices se sont élargies et présentent sur leur bord une altération nécrotique brune.

Après 39 jours, l'essai fut interrompu (Photo 1). Entretemps, les phénomènes de tumourisation s'étaient accentués.



ACTION DU THIOURACILE ET DE L'URACILE.

Photo 1 : Essai n° 3 sur *Datura* : traitement immédiatement après l'inoculation. De gauche à droite :

Témoin.

Thiouracile (1 g/l).

Thiouracile (1 g/l) + uracile (1 g/l).

Uracile (1 g/l).

CONCLUSIONS

a) Le thiouracile exerce une action inhibitrice nette sur l'apparition des tumeurs du crown-gall ;

b) Cette action est réversible : elle ne se manifeste que pour la durée d'application de la solution de thiouracile; dès que celle-ci est interrompue, les phénomènes de tumorigénèse se déclarent, les causes n'en étant donc que temporairement suspendues;

c) Il semble qu'il y ait une certaine excitation de la tumorigénèse par l'uracile;

d) Il est possible que le thiouracile exerce un effet défavorable sur l'état physiologique des *Datura*, mais cet effet n'est ni général, ni uniforme dans le présent essai.

*
**

Essai 4 : Action du thiouracile et de l'uracile sur des tumeurs en croissance.

10 *Datura* et 10 tomates furent inoculées en trois points des tiges, distants de 3 cm.

Après 20 jours, les tumeurs, d'environ trois mm de diamètre, furent traitées deux fois, selon la technique utilisée dans l'essai précédent.

Pour chaque espèce, 2 plantes furent traitées avec de l'eau : *plantes T*;

2 autres furent traitées par une solution de thiouracile à 1 g/litre : *plantes A*;

Les 2 suivantes furent traitées par une solution de thiouracile à 0,1 g/litre : *plantes B*;

2 autres encore subirent l'action d'une solution d'uracile à 1 g/litre, *plantes C*;

Enfin, les deux dernières furent traitées, la première fois par le thiouracile à 1 g/litre, la seconde fois par l'uracile à 1 g/litre : *plantes D*.

La seconde imbibition des tampons d'ouate eut lieu quatre jours après la première. Les tumeurs furent mises à découvert 11 jours après la première imbibition.

OBSERVATIONS

A cette date, les tumeurs sur *Datura* présentaient les caractères suivants :

a) les tumeurs-témoins ont doublé à quadruplé de volume (*plantes T*);

b) les tumeurs des plantes traitées à l'uracile présentent, dans 5 cas sur 6, de plus forts accroissements encore (*plantes C*);

c) les tumeurs des plantes traitées au thiouracile à 1 g/litre sont restées stationnaires, mais leur aspect est demeuré normal (*plantes A*);

d) 4 sur 6 des tumeurs des plantes traitées au thiouracile à 0,1 g/litre ont proliféré, mais dans une proportion moindre que les tumeurs-témoins; les deux autres sont restées stationnaires (plantes B);

e) dans le cas des plantes D, les tumeurs sont restées à peu près stationnaires.

Dans le cas des tomates, les observations n'ont pu être faites : les tumeurs, en effet, étaient moins localisées et avaient proliféré trop irrégulièrement.

L'essai fut interrompu 27 jours après le début du traitement (Photo n° II).

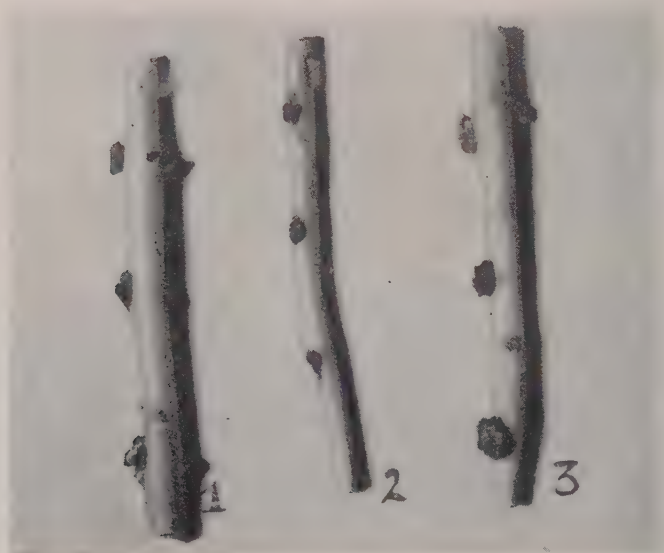


Photo II. Essai n° IV sur *Datura* : traitement des tumeurs.

- 1) Témoin.
- 2) Thiouracile à 1 g/l.
- 3) Uracile à 1 g/l.

CONCLUSIONS

- a) le thiouracile exerce une action inhibitrice sur le développement des tumeurs de crown-gall;
- b) cette action est fonction de la concentration de la solution;
- c) l'uracile exerce une action excitatrice nette sur le développement des tumeurs de crown-gall;
- d) il semble que l'action de ces produits ne soit que temporaire.

Essai 5 : Action du thiouracile et de l'uracile sur des tumeurs en croissance.

8 *Datura* furent inoculés en trois points de leur tige. Après un mois, les tumeurs, d'environ 1 cm de diamètre, furent traitées selon la technique utilisée lors des essais précédents. Cependant, la tumeur intermédiaire de chacune des plantes fut traitée à l'eau. Les tumeurs inférieure et supérieure furent traitées par les solutions suivantes :

- A. Thiouracile à 1 g/litre;
- B. Uracile à 1 g/litre;
- C. Mélange d'uracile et de thiouracile à 1 g/litre;
- D. Mélange d'uracile et de thiouracile à 1 g/litre (comme C) ;
- E. Mélange d'uracile à 0,1 g/litre et de thiouracile à 0,1 g/litre ;
- F. La 1^e et la 3^e fois : uracile à 1 g/litre; les 2^e et 4^e fois : thiouracile à 1 g/litre;
- G. La 1^e et la 3^e fois : thiouracile à 1 g/litre; la 2^e et la 4^e fois : uracile à 1 g/litre;

En plus, sur le dernier *Datura*, tumeurs traitées à l'eau (tumeurs témoins).

Chaque tumeur fut traitée 4 fois, à huit jours d'intervalle, chaque fois. Les tumeurs furent mises à découvert 36 jours après le début du traitement, et examinées.

OBSERVATIONS

Plantes A. La tumeur inférieure est restée stationnaire, mais son aspect est normal; la tumeur supérieure est plus ou moins desséchée et aplatie. Son volume avait fortement diminué;

Plante B. Les tumeurs avaient proliféré fortement, plus même que les tumeurs témoins (plantes T);

Plantes C et D. Les tumeurs étaient demeurées stationnaires et présentaient une légère dessiccation superficielle;

Plante E. Les tumeurs se présentaient comme les tumeurs témoins.

Plante F. Les tumeurs se présentaient comme les tumeurs témoins.

Plantes G. La tumeur supérieure s'était plus ou moins desséchée, et son volume n'était que la moitié du volume des tumeurs témoins.

Les tumeurs intermédiaires semblent peu influencées par les traitements.

CONCLUSIONS

a) si l'action du thiouracile est prolongée (par rapport aux conditions de l'essai précédent, par exemple), les tumeurs se dessèchent progressivement ;

b) en ce qui concerne l'action de l'uracile vis-à-vis du thiouracile, il semble que :

- 1) s'il est fourni avant le thiouracile, il préserve la tumeur;
- 2) si l'uracile est fourni en même temps, en concentration suffisante, il en est de même; par contre, si la concentration en uracile diminue, l'effet « protecteur » s'atténue;*
- 3) si l'uracile est fourni après le thiouracile, il ne semble exercer aucun effet, dans les conditions de nos essais.

Remarquons que l'action excito-formatrice de l'uracile fut notée par NICKELL et ses collaborateurs, sur des cultures de tumeurs à virus de *Rumex acetosa* (9). Le « crown-gall » réagit donc de même.

Mentionnons aussi en passant, que, dans le domaine des tumeurs animales, l'action compétitive du thiouracile sur l'uracile fut observée (PASCHKIS, CANTAROW et STASNEY) (8).

D. — CONCLUSIONS GENERALES

a) les présents essais ont permis d'observer et de préciser quelque peu l'action du thiouracile sur le crown-gall.

a) Ce produit n'exerce aucune action léthale sur *A. tumefaciens* lui-même;

b) le thiouracile exerce son action, soit sur l'apparition de la tumeur, soit sur la tumeur déjà développée; il est même capable de faire régresser la tumeur;

c) cependant, le thiouracile détermine fréquemment des effets toxiques chez les plantes-hôtes; ce fait est d'ailleurs signalé par divers auteurs;

d) l'action du thiouracile sur les tumeurs est inhibée par l'uracile lorsque ce dernier est appliqué préalablement ou simultanément : l'antagonisme biochimique entre le thiouracile et son homologue l'uracile, semble ainsi une fois de plus illustré;

e) l'uracile, à lui seul, semble exercer une action excitatrice sur le crown-gall;

f) le but principal de ces essais était de voir si l'action du thiouracile correspondait, ou non, dans une certaine mesure, à celle observée par divers auteurs sur différents virus, et par là apporterait le cas échéant, un certain appui à l'hypothèse virologique, assez fragile, selon nous, du crown-gall si l'on considère les virus « classiques », tout au moins. Les résultats que nous avons obtenus montrent néanmoins une certaine analogie avec ceux observés sur les virus :

1) de part et d'autre, le thiouracile agit, soit pour prévenir le syndrome pathologique, soit pour l'arrêter;

(*) Notons ici que BAWDEN et KASSANIS (7) observèrent une inhibition pratiquement complète de l'action du thiouracile sur le virus de la mosaïque du Tabac, en ajoutant à la solution de thiouracile à 100 mg/l, une quantité correspondante d'uracile.

2) à l'égard des virus comme à l'égard du crown-gall, l'action du thiouracile est réversée par l'uracile;

3) ce dernier semble en outre exercer une action excitatrice sur le crown-gall, comme sur les virus;

4) de part et d'autre, lorsque le traitement au thiouracile cesse, l'infection peut recommencer ou progresser.

Mais il serait dangereux de tirer des conclusions hâtives de ces analogies. Si le thiouracile agit sur les acides nucléiques du crown-gall, cela n'implique pas que ces acides nucléiques appartiennent à un virus.

On peut se demander si les mêmes processus biochimiques sont responsables à la fois de l'arrêt de la croissance des tumeurs, et de leur altération, lorsque le traitement est prolongé; ou s'il agit de deux phénomènes indépendants. Rappelons en effet que l'action dépressive du thiouracile sur l'état physiologique des plantes; rappelons aussi que BAWDEN et KASSANIS, bien que ne constatant pas d'inhibition du virus de la « nécrose du tabac » chez *Phaseolus vulgaris*, notent chez l'hôte une action toxique nette due au thiouracile. Il se peut donc que le thiouracile, inactivant d'une part un des facteurs responsables de la multiplication cellulaire anormale, exerce d'autre part une action toxique sur les tissus eux-mêmes.

Peut-être ne s'agit-il que d'une question de dose.

Il serait par conséquent souhaitable que l'on étudie l'action comparée, et l'action combinée, de l'uracile et du thiouracile sur des cultures de tissus normaux et pathologiques.

On pourrait ainsi voir dans quelles conditions précises le thiouracile inhibe éventuellement la croissance des tissus normaux, et en tirer des conclusions quant au caractère spécifique ou non de l'effet inhibiteur observé sur les tumeurs.

On pourrait aussi, peut-être, distinguer entre blocage de la croissance et destruction des tissus, en agissant sur divers facteurs: doses, durée des traitements, nature du végétal expérimenté, etc.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) WOOLLEY, D. W. Some aspects of Biochemical Antagonism, in GREEN, D. E. 1956. *Currents in Biochemical Research*, p. 357-378.
- (2) COMMONER, B. et MERCER, F. L. 1952. *Arch. Biochem. Biophys.*, t. 35, p. 278-289.
- (3) GAUTHERET, R. J. 1952-1953. *La Nature*, N^{os} 3212-3213-3214.
- (4) JEENER, R. et ROSSEELS, J. 1953. *Bioch. et Biophys. Acta*, Vol. II, 3, p. 438. Voir aussi: JEENER, R. 1954. *Bioch. et Biophys. Acta*, Vol. 13, 1, p. 148.
- (5) MATTHEWS, R. E. F. 1953. *J. Gen. Microb.* 8, p. 277-288.
- (6) BAWDEN, F. C. 1953. *VI^e Cong. Int. de Microbiologie*, Symposium, Rome.
- (7) BAWDEN, F. C. & KASSANIS, B. 1954. *J. Gen. Microb.* 10, p. 160-173.
- (8) PASCHKIS, K. E., CANTAROW, A. & STASNEY, J. 1951. *Science*, 114, p. 261.
- (9) NICKELL, L. G., GREENFIELD, Ph. & BURKHOLDER, P. R. 1950. *Bot. Gaz.* vol. 112, n^o 1, p. 42-52.

LABORATOIRE DE MINÉRALOGIE

La Pédogénèse dans la Forêt de Saint-Michel^(*)

par

V. TONNARD

Une série d'articles plus particulièrement consacrés à la forêt de Saint-Michel ont été suscités ces derniers temps par les travaux pédologiques sur le plateau ardennais (1). J'ai eu l'occasion de suivre ou de participer plus ou moins à ces travaux. Dans un travail de fin d'études, je me suis proposé de poser et d'essayer de résoudre en partie les problèmes de formation des sols sur le plateau de Saint-Hubert, par les agents de pédogénèse actuellement connus. Il serait en effet présomptueux d'affirmer que nous connaissons tous ces agents; certains échappent peut-être encore à nos investigations ou à notre logique. Plus malaisé encore, sera de définir l'importance de chacun des agents de pédogénèse. C'est la synthèse des résultats obtenus que je voudrais exposer ici.

L'HOMME

Ce facteur est tellement répandu et tellement familier, qu'on le néglige souvent. Si on l'envisage, c'est souvent pour parler de dégradation anthropique. Il y a cependant des exceptions et Saint-Michel en est un heureux exemple.

Telles qu'elles sont rapportées par la prétendue charte de fondation de l'Abbaye de Saint-Hubert, les limites de la propriété n'englobent pas

(*) Déposé à la rédaction le 24-XII-54.

(1) Bulletin de l'Institut Agronomique de Gembloux.

le bois de Saint-Michel dans son étendue actuelle. Il reste domaine des maisons régnautes jusqu'en 1582 (1).

Limite indécise entre les terres domaniales et abbatiales, Saint-Michel, de par son éloignement, fut, à cette époque protégé contre les abus : aucune reconnaissance de droits d'usages n'en parle.

Seulement en 1343, les moines recevront de Jean l'Aveugle le droit de glandée à titre exclusif. Ce droit sera ultérieurement accordé aux habitants de Saint-Hubert, Nassogne et même à certaines rues de Marche. Ce privilège a une signification toute particulière. A cette époque, commençait une sorte de vague cantonnement traditionnel des forêts : les landes issues du défrichement, les sarts, les parties soumises au libre parcours du bétail. Cette division était dictée par la nécessité. Les sarts en effet, proches de bois parcourus eussent été ravagés par le bétail. Ce cantonnement s'est maintenu en s'amplifiant jusque mémoire d'homme, de sorte qu'actuellement, on peut encore — dans la région de Mormont par exemple — retrouver l'emplacement de ces cantons (Bois parcourus et en usage : Saint-Michel et Fays de Luchy; bois essartés et sarts : entre Mormont et Grupont, par exemple le bois Machy; landes et bruyères : la prairie des Girbes).

Le 3 février 1532, le Conseil de Malines adjugea à l'Abbaye de Saint-Hubert le bois de Saint-Michel, à charge de desservir la chapelle de Saint-Michel à Mirwart. Ceci fut fort heureux, car c'est à partir de cette date que les abus commencent sur les forêts communales et domaniales. Les forêts ecclésiastiques à cause de la pérennité de gestion furent toujours traitées avec prudence et patience et pour pouvoir satisfaire à la multiplicité des besoins monastiques. De la partie supérieure du bois et du « Fond de Boulade », nous ne connaissons pas grand-chose, sinon qu'on s'en désintéressait un peu et que les accès en étaient malaisés. On comprend que sur ces pentes raides où peinent encore les tracteurs lourds, le débardage représentait un sérieux problème pour les abbés. Parcourues tous les dix ou quinze ans, ces séries délivraient les individus de plus de quatre pieds de tour.

Le taillis sous futaie des parties inférieures était par contre l'objet de soins assidus : la révolution était longue, quinze à vingt ans, plus longue que dans n'importe quelle abbaye. La glandée que seuls les moines pratiquaient à l'exclusion de l'essartage était soigneusement limitée. Comme en toutes choses, les abbés réglementèrent strictement l'accès de leurs forêts et les interdictions y sont nombreuses « à peine d'amende arbitraire ou de telle autre punition que nous trouverons convenir ». Il faut voir avec quel sens de la propriété les abbés pourchassaient les manants osant s'aventurer dans leurs bois. La raison en était la terreur panique de l'incendie qui à cette époque, étreignait les propriétaires forestiers. La cor-

(1) G. KURTH : Les chartes de l'Abbaye de Saint-Hubert. *Comm. Roy. Hist. T. I.* 1903. Louvain.

Les premiers siècles de l'abbaye de Saint-Hubert. *Id. T. 2.*

responnance de cet éternel quémendeur, plaignant et écrivassier qu'était Dom Spirlet est émaillée d'actes d'autorité dans ce sens (1). On voit donc que jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, alors que les forêts communales et domaniales subissaient de très sérieux abus, Saint-Michel, dans le bloc de l'Abbaye de Saint-Hubert, était encore protégé et sagement exploité. Enfin, autre facteur qui protège le bois, c'est que les grandes voies de communication en sont écartées. Les chemins de Sedan ou Ivoix-Carignan qui s'étirent vers Liège passent tous à l'Ouest de Saint-Hubert; le « vieux » et « droit chemin » par Porcheresse; l'« Ancien et véritable chemin » par Transinne; le « Chemin neuf » de 1664 par Renogne, Saint-Hubert (2) (pour éviter le péage espagnol) et, selon Vannérus, par Saint-Michel. En fait, il passe par le bois de Saint-Hubert (affouage d'Awenne), Ribelleroise et la Hesse des Voty (Comparer Ferraris, Van der Maelen et I.G.M.). (3).

En 1757, les habitants d'Awenne vont obtenir un droit de pâturage, confirmé et maintenu par une disposition du préfet de Sambre et Meuse en 1811. Les habitants de Saint-Hubert l'obtiendront également, à titre gratuit (4). Cette concession est grave de conséquences, car le bois va être chargé si on pense quels troupeaux considérables possèdent alors de tout petits villages : « jusqu'à dix-huit chevaux et quinze bêtes à cornes pour huit manants y compris le curé ».

En deuxième moitié du XVIII^e siècle, on réalise un peu partout des plantations de hêtres. Cette tendance à revenir à la sylviculture d'ombre après les défrichements favorisant les héliophiles se retrouve dans l'histoire forestière de maintes régions. La forêt dont on accentue ainsi le caractère artificiel réagit en s'appauvrissant : le chêne, le bouleau, l'orme, le tilleul disparaissent. Mais les sols déjà dégradés auxquels on a imposé des hêtres après héliophiles se maintiennent dégradés et en Freyr par exemple, continuent à s'altérer : c'est l'origine vraisemblable de la hêtraie exténuée. Le bois de Saint-Michel a échappé à ce processus, la partie supérieure étant restée hêtraie de plus en plus pure et les séries inférieures n'étant grevées d'usages que depuis quelques années. Nous ne parlerons pas de la fameuse ordonnance de 1754 qui n'affectait que les terres domaniales et communales. A ce titre encore, Saint-Michel échappa à la coupe réglée tous les 30 ans.

Le seul abus sérieux que subit la forêt abbatiale a été commis par les moines eux-mêmes à la suite de l'industriel Dom Spirlet qui « faisait du fer avec de l'or ». On le vit se livrer à des expériences d'agronomie,

(1) Correspondance au Comte Ch. de Cobenzi, ministre plénipotentiaire des Pays-Bas, au haut Gruyer Henroz de La Roche.

(2) H. GOFFINET : Notice sur l'ancien Chemin Neuf de Sedan à Liège, Ann. d'Arlon, T. 14. 1882.

(3) VANNERUS in Bull. Comm. Roy. de Toponymie, pp. 93-113.

FERRARIS : Commentaires de la carte de Cabinet. Notes manuscrites extraites des « Eclaircissements sur la carte de Cabinet des Pays-Bas autrichiens », 1777.

(4) Confirmé le 26 germinal des l'an VII, cat. ventes n° 25. 1826.

établir des tanneries, scieries, forges, fourneaux, des fabriques de potasse. De tout ceci, la forêt faisait les frais. Le fourneau Saint-Michel, petit chef-d'œuvre d'industrie, est maintenant sur le point d'être classé comme monument. Le 18 novembre 1771, il entra en action. Bon an mal an, il fonctionna pendant dix ans en développant de plus en plus ses installations jusqu'à l'inévitable crise de 1781. A titre d'exemple, les affineries produisent en 1779 cinquante milles livres de fer par semaine. Cette histoire est maintenant bien connue, mais ce qu'on ignore souvent, c'est la quantité fantastique de charbon de bois qu'il a fallu exporter des forêts pour alimenter ce fourneau et d'autres à Habay-la-Neuve et Grivegnée. Au point que l'auteur (1) qui a étudié l'évolution technique et économique du fourneau se demande si les forêts avoisinantes pouvaient suivre à débiter de si grandes quantités de charbon. Saint-Michel, proche des forges, fut évidemment saccagé, largement ouvert et dénudé par une politique à courte vue. Les parties inférieures surtout sont saignées à blanc. De nombreuses aires de faulde dont on voit encore les vestiges parsèment maintenant les séries basses, noyées sous une fine couche de débris schisteux. Les sols, sur les versants rocailleux, exposés au Sud, s'en ressentent profondément et c'est le début de dégradations locales mais marquées que l'on constate sur Saint-Michel. (Versant du ravin de la fange Dumont — Objet n° III étudié par le F.N.R.S.).

Fort heureusement, cette période sera courte. En 1795 — exactement le 2 février — la domination française sécularise l'Abbaye.

Les servitudes acquises par les populations commencent à disparaître, le plus souvent par cantonnement d'après l'ordonnance du 20 juillet 1782. Saint-Michel, avec les forêts de Freyr, Chiny, Merlanvaux, Taille. Fays, jouit de ce droit et est déchargé des usages.

Ainsi libérée, la forêt sera dès lors gérée par la maîtrise de Marche, soumise à plusieurs aménagements, à quelques expériences sans suite, mais en règle générale prudemment conduite, de sorte qu'aucune altération grave ou même décelable ne peut dater de cette époque.

Voilà donc un bref résumé de l'évolution historique de Saint-Michel (2). Certains faits ressortent clairement : *on est en présence d'une forêt aussi peu altérée par l'homme qu'il est possible de trouver dans notre pays surpeuplé*. A ce titre, les objets pédologiques qu'on y a creusés par les soins du F.N.R.S. sont judicieusement choisis : c'est à Saint-Michel ou au Fays de Luchy qu'il faut chercher des profils « vierges ». Remarquons cependant que l'histoire du Fays de Luchy aurait justifié plus encore le choix de cette forêt comme terrain de prélèvement. La dégradation des sols a commencé au XVIII^e siècle, avec Dom Spirlet, dans les séries inférieures et la reconstitution du sol reste difficile sous le hêtre.

(1) R. EVRARD : Le fourneau Saint-Michel. Ed. Sté des Conduites d'eau. Liège 1950.

(2) Cf. Histoire de Saint-Michel. Trav. fin d'études. 1953.

Le chêne continue à disparaître comme le montre l'état comparatif des différents parcellaires. Il reste cependant plus abondant qu'en Freyr; c'est la même évolution, mais plus lente, car se déroulant dans une forêt moins altérée.

Enfin, grave hypothèque qui grève le capital de cette région, le gibier, exubérant comme dans aucune autre forêt ardennaise, contribue, par ses attaques contre le recru au vieillissement de la futaie, à l'ouverture du massif et au tassement superficiel du sol, directement par ses passes et indirectement par l'insuffisance de la couverture (1).

LA MORPHOLOGIE

Par la méthode du relevé statistique des replats (2), on peut établir l'existence d'une importante pénéplaine : celle des 525 mètres. Elle n'est pas la seule. A part quelques replats épars sans relations visibles, la plupart peuvent être regroupés en familles bien distinctes : 560 mètres, 525 (la plus étendue et sur laquelle fonctionnent de vastes tourbières), 505, 490, 460 (?) et enfin 420 mètres. Cette dernière pénéplaine est formée de replats d'une trop grande amplitude altitudinale pour être considérée comme issue d'une même orogénèse.

La pénéplaine des 525 mètres domine la partie Est de la forêt de Saint-Michel et est fréquemment tourbeuse ou enrésinée. Cette relique qui a gardé son caractère sub-horizontale, surtout à la faveur des bancs de quartzites, est profondément griffée au Sud-Est par les vallées jeunes du Ry Romarin, du Ry du Pied de Bœuf et des Rabanys, creusées dans un dépôt de grauweekes plus tendres. Ces ruisselets sur des distances très courtes ont dû suivre le niveau de la Masblette qui s'enfonçait facilement dans les grauweekes et les phyllades (rivière conséquente). Leur confluence descendant rapidement, c'est rapidement qu'ils ont profilé leur cours en donnant la prédominance à l'érosion régressive vers les fanges (érosion régularisatrice vers l'amont) (3). D'où évidemment, des vallées très jeunes, à coupe en V encore très aigu qui se sont surimposées au relief hérité des vieilles pénéplaines. Les flancs abrupts de ces ruisseaux portent des sols jeunes dont le potentiel est excellent. Ils sont vivants et actifs. Mais à cause de leur caractère squelettique et peu rétentif, ils sont très sensibles à des erreurs de traitement sylvicoles, particulièrement aux expositions Sud. C'est l'origine de certaines plages podsolisées sous myrtilles, même dans des stations procédant des grauweekes fossilifères du Hundsrückien. Ici, la morphologie exagère une dégradation anthropique malgré un matériau géologique excellent. Comme on le verra plus loin, il n'en est plus de même sur les versants concaves des vallées plus séniles.

(1) Depuis 1846, la chasse y est réservée à la Couronne mais depuis 1893 on n'y a plus organisé de grandes battues.

(2) Détails et diagrammes relatifs à la planchette 59/8. Trav. fin d'études. 1953.

(3) SURREL : Intérêt des stéréogrammes aériens. U.G.I. Paris, 1951.

La vallée de la Bilaude, dans son cours supérieur est également très jeune et en remontant jusqu'à la fange du Rouge Ponceau, on peut observer les signes d'une remontée de tête de vallée encore actuelle. A la côte des 400 mètres, aidée de ses affluents (Romarin et Doneuse), elle a creusé très rapidement son cours, d'où des versants à profils très irréguliers : les abrupts rocheux alternent avec des talus couverts d'éboulis et témoignent de la vigueur de l'attaque. D'autre part, le profil brisé se maintient longtemps à cause de la grande inégalité de résistance des roches. La grande rupture qui surplombe le confluent vers 470 mètres en est un exemple, bien visible par l'étude stéréoscopique du couple (1) : elle est d'ailleurs due non seulement à l'érosion hydrique, mais encore à de véritables éboulements, témoins les blocs de quartzites que l'on rencontre épars dans le lit de la Bilaude et qui sont descendus librement. Ils ne sont pas réunis en coulées et il faut y ajouter les blocs plus petits, charriés par la Bilaude. Les sols sont là, continuellement rajeunis et le seront très longtemps car le profil ne se régularise que lentement (forme convexe-concave). Une fois dépassée la limite de la dernière pénéplaine (?), 420 mètres, le caractère juvénile de la vallée s'efface et les premiers dépôts finement caillouteux — grès, schistes, grauwackes — apparaissent, plus hétérogènes que ceux du ruisseau des Rabanys. Celui-ci a subi une évolution parallèle à celle de sa suzeraine. Ils sont soumis, comme le montrent les coupes morphologiques perpendiculaires à leur cours, à un mouvement latéral divergent qui les écarte l'un de l'autre et les fait glisser sur les deux flancs d'un éperon anticlinal Taunusien, dans des roches plus tendres du Hundsrückien (2). Le confluent de ces deux ruisseaux devait se trouver initialement à la pointe de l'éperon. Il a glissé ultérieurement vers l'Ouest, ce qui explique l'allure brusquement élargie de la vallée à l'endroit de l'ancienne confluence et l'abondance des sols colluviaux que renseigne la carte pédologique, sous forêt et sous pâture (prairies de la ferme du Fourneau Saint-Michel) (3).

Le ruisseau de la Fange Dumont très modeste en débit et en longueur, coule dans une vallée profonde, mais où apparaissent des caractères plus séniles. Cet émissaire de fange a dû, aux époques périglaciaires et post-glaciaires, être de beaucoup plus grande importance pour avoir réalisé un ravin aussi profond et un cône de sédiments aussi important dans l'anse de la route du Thiers des Gripes. Il a d'ailleurs prolongé sa vallée en la surimposant à ses propres dépôts (4). On peut considérer que ce ruisseau a été aidé par la tectonique car il s'agit d'une rivière

(1) Couple 177-178, au 10.000 environ. Mission 1948. Photothèque de l'Institut géographique militaire.

(2) Une étude plus détaillée de la géologie de Saint-Michel a permis de mettre en évidence ces deux éperons. Un complément d'étude est en cours. Cf. trav. de fin d'étude.

(3) Les photos aériennes trahissent d'ailleurs les hésitations des cours actuels et anciens de la Masblette, cherchant un nouveau profil d'équilibre dans ses propres alluvions.

(4) On y retrouve les trois parties classiques d'un torrent : bassin de réception, canal d'écoulement et cône de déjections.

EXPLICATION DES PLANCHES

- Fig. 1. — Erosion intense et récente sur les flancs du lieu-dit « Devant Noirbin ».
- Fig. 2. — En opposition avec la topographie strictement horizontale de la fange de la Flache, se dessine le vallonement de la tête de source du ry Romarin. Cette rupture de pente est encore exagérée par le passage de roches dures à des roches plus tendres, Photo A. Pérot.
- Fig. 3. — La fraction granulométrique grossière (supérieure à 2.000 mus) peut varier considérablement d'un horizon à l'autre dans un même profil. Le pourcentage en poids des éléments supérieurs à 2.000 mus est aux profondeurs indiquées respectivement de 26 - 4.73 - 3.88 - 6.63 - 2.54 - 3.24 - 2.09 - 1.85 %. L'importance de cette fraction granulométrique rend plus difficile le prélèvement d'un bon échantillon moyen. Le plus gros élément dans le coin supérieur gauche a un diamètre moyen de 6,5 cm.
- Fig. 4 et 5. — Grès hundsrückien et quartzite taunusien.
- Fig. 6. — Zircon, Tourmaline, Hornblende verte. Première séparation au bromoforme + alcool.
- Fig. 7 et 8. — Aspect des pierriers plus ou moins fournis.
- Fig. 9. — Bloc aberrant en avant des coulées pierreuses.

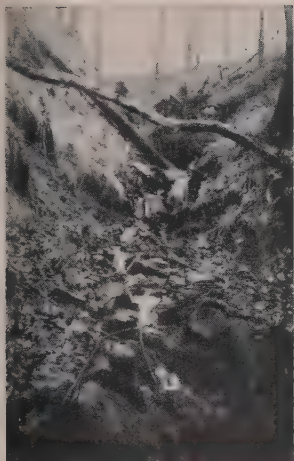


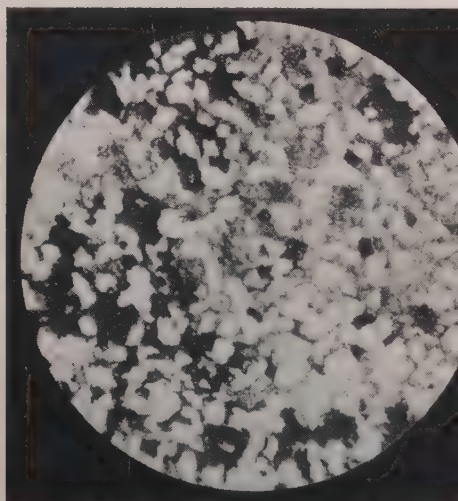
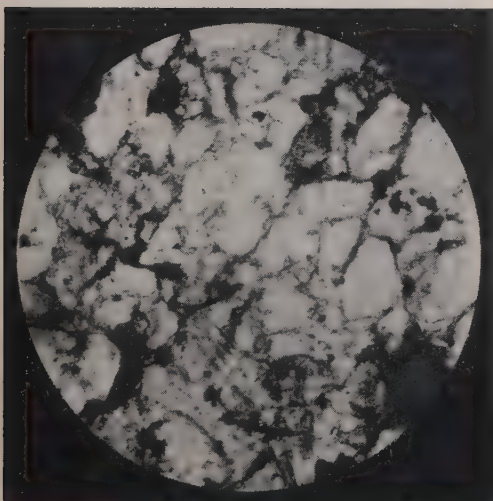
Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



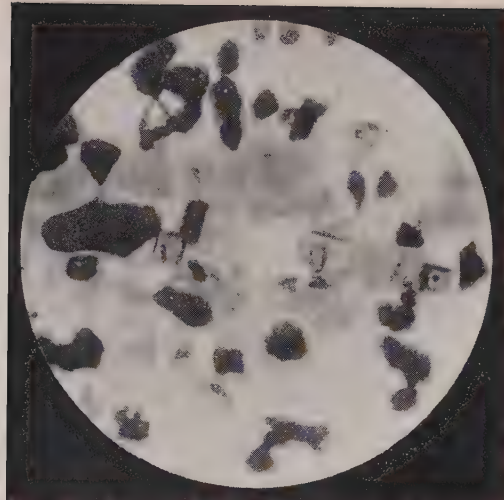
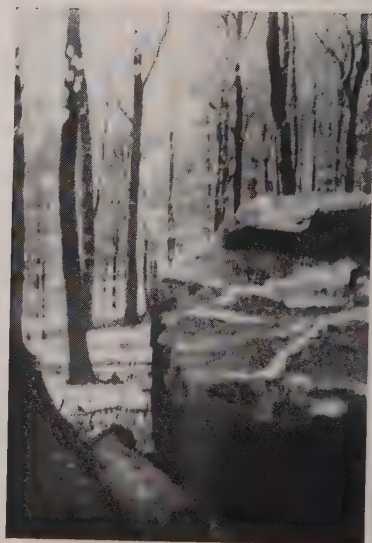
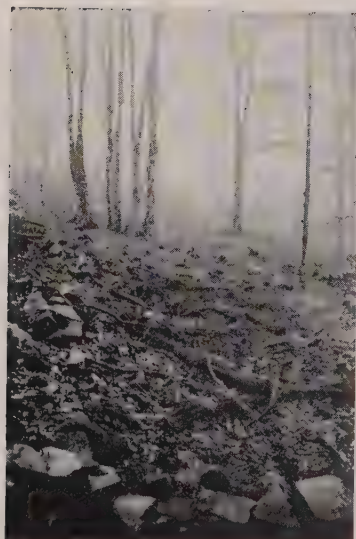


Fig. 6.



Fig. 7.



longitudinale synclinal. Il se pourrait également et cela est très vraisemblable, que ce ruisseau n'ait fait que dégager une vallée antérieurement comblée. Certaines observations sur un pierrier qui traverse littéralement la vallée sans modifications appréciables dans sa densité peuvent inciter à admettre cette explication.

Quoiqu'il en soit, les croupes qui flanquent la confluence, ont un profil de talus en équilibre (1). Dans ces talus, deux parties sont à envisager : la partie inférieure concave et la partie supérieure convexe. La partie concave est modelée principalement par le ruissellement concentré (2). Ce ruissellement se déclanche dès que la quantité d'eau descendant du sommet est suffisante. Le débit augmente vers l'aval et, les filets d'eau se concentrant, la résistance du frottement augmente plus lentement que le débit. Partant, les matériaux peuvent se déplacer sur une pente décroissante, et le profil d'équilibre sera une courbe concave. La partie supérieure est surtout modelée par les phénomènes de creep et de ruissellement diffus. Comme la vitesse de déplacement d'un élément due au creep est très faible, aussitôt annihilée, elle ne s'ajoute pas à la vitesse d'autres éléments et pour pouvoir évacuer une masse de sédiments croissante vers l'aval, une pente croissante est indispensable, d'où la forme convexe des parties supérieures. Dans les parties inférieures concaves des croupes, c'est le régime de l'érosion fluviale qui domine mais sous une forme mineure : la gully erosion. Les versants convergents favorisent la concentration du ruissellement. Le ruisseau qui coule dans le thalweg provient d'ailleurs en partie de la convergence de rigoles de plus en plus accentuées. Ce phénomène, assez brutal est cependant très local et n'affecte guère le profil du sol. Néanmoins, à cet endroit, un découvert trop marqué peut avoir des conséquences importantes en favorisant la naissance de ces rigoles d'affouillement. Par contre, sur les parties supérieures, domine le creep et en moindre proportion, le ruissellement diffus. Les versants divergents retardent ou même empêchent l'apparition de la gully erosion en étalant l'eau venue du sommet sur une surface de plus en plus grande. Les effets de ce creep sont tangibles, car sur les deux éperons envisagés, la coupe dans le sol est parsemée de cailloutis orientés dans le sens de la pente et plaqués de limon sur leurs faces antéro-supérieures. Cette orientation des cailloux ne se retrouve pas dans l'éperon qui domine le confluent de la Bilaude et du Ry Romarin. Dans les parties supérieures de ces croupes séniles, le sol n'est donc pas exposé à une intense érosion par ravinement. Par contre sur les parties inférieures convexes, on retrouve les dangers des flancs d'une vallée jeune : la gully erosion, le pouvoir rétentif insuffisant. Ces sols sont surtout sensibles à un brutal découverturement et une erreur de traitement sylvicole entraîne rapidement une sérieuse accentuation de l'érosion. De beaux exemples sont visibles sur les flancs gauches de la Masblette, au lieu-dit « Devant Noirbin ».

(1) La notion d'équilibre est ici une notion d'équilibre mobile, le talus tendant à une vitesse de plus en plus lente et indéfiniment vers une forme limite.

(2) H. BAULIG : Essais de géomorphologie, P.F.I. Strasbourg. Les belles lettres. Paris 1950.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne des centres de la surface de pénéplanation des 525 mètres, un horizon particulier et commun aux profils de cette pénéplaine se relève graduellement et devient de plus en plus ténu. Peut-on relier l'existence de cet horizon particulier — le fragipan — à un âge de pénéplanation ? La comparaison entre l'extension de cette formation et la reconstitution géographique des pénéplaines par la méthode statistique pourrait sans doute répondre à cette question et aider à résoudre le problème de l'origine du Fragipan. On verra dans la suite que d'autres disciplines peuvent être suivies pour aborder cette question

Il semble donc que quelques caractères des sols peuvent être mis en relation assez étroite avec la morphologie locale. Si certains phénomènes de pédogénèse peuvent s'expliquer en recourant à la géographie physique, inversement, la pédologie spéculative peut devenir en géomorphologie, un instrument efficace (pénéplaines, terrasses fluviales, niveaux d'aplanissement, dépôt alluvionnaires, sols fossiles, cryoturbation, etc.).

MINÉRALOGIE

Pour étudier la genèse minéralogique d'un profil, deux points sont à envisager : le matériau initial, c'est-à-dire la roche-mère géologique et la composition du profil évolué.

Afin de pouvoir étudier de plus près l'apport de la roche-mère géologique, outre l'établissement de la carte géologique et les modifications y apportées, il était également nécessaire de fouiller plus profondément la structure intime de ce matériel.

Pour cela, deux méthodes s'offrent ; la première est la méthode des poudres concentrées : elle est facile à réaliser et a été appliquée aux roches rencontrées.

Si cette méthode donne qualitativement et quantitativement même le matériel fourni par la roche-mère géologique, elle ne nous montre pas la structure interne de celle-ci, son altération, son altérabilité ou des indications sur sa genèse. Pour ce faire, il faut étudier la roche non dissociée, à l'état initial, faire une coupe mince observable par transparence.

Cette étude de la roche-mère permet de mettre en évidence certains caractères qui auront une influence sur la pédogénèse.

Le matériel en minéraux accessoires est extrêmement pauvre et comporte toujours la même association : tourmaline, zircon, rutile, avec hématite et limonite plus ou moins abondante. La tourmaline est dominante la plupart du temps. On explique donc facilement la pauvreté de ces sols éodévonien en minéraux lourds d'origine sédimentaire. Ils facilitent d'autant la mise en évidence de minéraux d'origine étrangère, éoliens ou autres. Cette pauvreté a déjà été remarquée précédemment (Bausch von Bertsbergh). La muscovite est partout abondante à très abondante, en fragments nettement plus volumineux que ceux qu'on retrouve dans le sol. On doit en conclure, semble-t-il, que l'altération des paillettes est

encore actuelle. On pourrait l'attribuer, malgré le peu de connaissance que l'on possède sur le processus de désagrégation des micas, autant à l'activité radiculaire qu'au climat. Cette altération peut ne pas être étrangère à certaines accumulations locales ou à la teneur en argile plus considérable que prévu dans certains sols d'Ardenne.

Les coupes minces dans la roche-mère géologique nous révèlent quelques caractères intéressants de la structure intime des roches. Remarquons d'abord que les éléments de quartz sont en général très petits, comparés à d'autres roches sédimentaires. On peut en conclure que ces roches seront particulièrement résistantes à l'altération, ce qui expliquerait en partie la fréquence des éléments supérieurs à 2.000 μ que l'on retrouve très abondants lors des analyses granulométriques. Notons aussi que les roches taunusiennes sont formées d'éléments plus fins et mieux calibrés que les roches siegésiennes : cette observation a peut-être une signification lithologique ou stratigraphique mais il faudrait multiplier les analyses pour pouvoir en tirer une conclusion (1).

Dans toutes les coupes, on peut apercevoir une quantité considérable des matériaux amorphes, de teinte variable, impurétés jaunâtres, grises ou rouges, parfois coques. Cette partie amorphe fait hésiter quant à la dénomination des roches. La persistance de telles plages et d'autres qui sont formées par du quartz micro-grenu fait penser à un grès-quartzite. D'autre part, les grains sont soulignés par une zone d'impuretés, puis enveloppés d'une auréole cristallisée de silice très pure, sans inclusion. Ces caractères sont ceux que Cailleux renseigne comme typiques des quartzites. J'en conclus que si ces roches ne sont pas toujours des quartzites nets, elles sont au moins des grès-quartzites et rarement des grès. En particulier, les « grès blancs » que l'on trouve dans la roche-mère pédologique sur les pénéplaines de 525 et 505 mètres sont des quartzites-Taunusiens comme le montrent les auréoles d'accroissement autour des grains. Ces quartzites, depuis longtemps en voie d'altération sous le sol, sont devenus friables et blanc-jaunâtres par désilicification et départ du fer et de l'alumine. Les quartzites altérés à l'air libre se sont par contre patinés, fendus, ont libéré des filons de quartz, mais ont gardé leur silice et la teinte gris rouge du fer et de l'alumine. Le seul caractère grès apparent se retrouve dans les grauwackes de Saint-Michel.

La concentration des minéraux lourds dans cinq grands types de sol a donné au total une liste peu importante (2), une vingtaine et encore certains sont-ils très peu abondants.

En voici la liste :

Eruptifs et métamorphiques : Orthose, Enstatite, Augite, Sphène, Anatase, Brookite, Hyperstène, Hornblende basaltique, Augite basaltique, Anorthose.

(1) Comparer les photos 4 et 5. Grès hundsrückien et quartzite taunusien.

(2) Cette liste est reprise avec les caractères particuliers *visibles* dans le cas qui nous intéresse. D'après l'atlas de détermination de M. DENAYER.

DETERMINATION

Noms	C	S	Couleurs	N	Ng—Np	Ext.
Opale			Incolore	< 1,54		
Spessartine			Id. à brun rosé	> 1,54		
Orthose	B	—	Incolore	≤ 1,54	faible	?
Microline	B	—	Id.	< 1,54	»	~ 10°
Anorthose	B	—	Id.	»	»	0° à 10°
Quartz	U	+	Id.	> 1,54	»	0°
Andalousite	B	—	Id. à rose	»	»	0°
Enstatite	B	+	Incolore à jaune	»	»	0°
Muscovite	B	—	Incolore	»	moyenne	~ 0°
Augite	B	+	Id. à brun vert	»	»	~ 40°
Disthène	B	—	Incolore	»	»	30°
Epidote	B	—	Id. à jaunâtre	»	»	0° ou 30°
Zircon	U	+	Incolore	»	forte	0°
Anatase	U	—	Bleu à jaune	»	»	0°
Rutile	U	+	Jaune à violet	»	»	0°
Hematite	U	+	Rouge	»	»	0°
Sphène	B?		Incolore à brun ?	»	»	40° à 45°
Brookite	B	+	Jaune brun	»	»	?
Hypersthène	B	—	Rouge vert	»	faible	0°
Staurotide	B	+	Or jaune ?	»	»	0°
Tourmaline	U	—	Brun vert	»	moyenne	0°
Hornblende	B	—	Vert brun jaune	»	»	~ 20°
Hornblende basalt. ...	B	—	Brun pâle	»	»	0°
Augite basaltique	B	+	Brun vert	»	»	~ 40°

MINÉRAUX LOURDS

Formules	Origines	Poly.	Remarques	Altérations
$\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ $\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$	R.s; R.é. R.m.		Contours arrondis. Phyllades surtout, peu abondants. Roulés ou anguleux.	
SiO_2 KAlSi_3O_8 $(\text{NaK})\text{AlSi}_3\text{O}_8$ $\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{SiO}_3)$ Al_2SiO_3	R.é. R.é.m. R.é. ubiquiste R.s.m.	moyen	Quadrillage large. Quadrillage très fin.	Kaolin - Séricite. Kaolin. Séricite.
MgSiO_3	R.é.	faible?	Surtout à partir de roches basiques.	
$\text{H}_4\text{K}_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}$ $(\text{MgFe})\text{Si}_2\text{O}_6$ Al_2SiO_5	R.é.s.m. R.é.m. R.m.s.	/ ?	Séricite par hydratation. Vert près (Gullentops). Bords nets. Allongement marqué.	Kaolin ! Biotite ? Muscovite.
$\text{H}(\text{AlFe})_3\text{Si}_3\text{O}_{13}$	R.m.		Piriforme. Une branche d'hyperbole.	
ZrSiO_4 TiO_2 »	ubiquiste R.é. R.é.s.m.	faible? rare	Inclusions fréquentes. Inclusions. Légères stries. Mâcle en cœur, parfois en genou.	Ilménite - Sphène.
Fe_2O_3 CaTiSiO_5	R.s. R.é.m.	rare	Opaque ? Allure en éclat. Toit allon- gé.	Limonite.
TiO_2 MgFeSiO_2 $\text{H}_2\text{FeAl}_3\text{Si}_2\text{O}_{12}$ complexes	R.é.s.m. R.é. R.m.s. »	» net » »	Très rare. Considéré comme sédimen- taire.	Bastite ? Mica - Chlorite. Chlorite ?
»	R.é.m.	»	Clivage visible.	Chlorite-Biotite-Epi- dote.
complexes + O_2 complexes + Fe	R.é. »	» faible?	Volcans de l'Eifel. Cf. Augite. Distinction spé- cieuse.	

Eoliens : Epidote, Staurotide, Hornblende verte.

Sédimentaires : Andalousite, Disthène, Zircon, Rutile, Hématite, Tourmaline.

Métamorphiques : Grenats, Microcline, Disthène, Chlorite.

Remarquons que les termes d'altération sont fréquemment : Kaolin, Séricite, Muscovite, Micas (?), c'est-à-dire directement ou indirectement du matériel argileux.

Les minéraux éoliens sont ceux que l'on rencontre dans les loess et lehms des environs de Gembloux. Nous pourrions donc considérer qu'ils ont la même origine. Il ne faut pas cependant considérer que ce loess s'est abattu uniquement en nuages sur l'Ardenne comme il a dû le faire en Brabant ou comme le fait encore le sable dans les Flandres. Il est possible que dans la végétation basse, de tels nuages se soient formés. Mais les distances considérables qu'il a parcourues ont plutôt été franchies par bonds successifs, sur les flancs et il a pu ainsi grimper jusqu'aux hauts plateaux. Cependant, par cette saltation, la quantité amenée n'a pas été énorme. On peut expliquer ainsi la faible proportion de minéraux éoliens observés : certainement moins du tiers (2).

Les éléments rangés sous la rubrique « éruptifs » particulièrement l'Augite, Sphène, Hornblende basaltique avaient déjà été remarqués par Gullentops qui les considérait issus d'éruptions de l'Eifel. Ces minéraux sont les plus importants des tufs volcaniques du Laach (lac) dans l'Eifel oriental. Rien ne s'oppose à admettre que des poussières en nuages aient pu s'abattre sur l'Ardenne.

La fraction sédimentaire et métamorphique est surtout formée de la monotome association Rutile-Zircon-Tourmaline verte-Grenat issue des roches éodévoniennes.

Un profil (objet n° 3) des analyses statistiques du F.N.R.S. est singulièrement pauvre en minéraux lourds, particulièrement éruptifs et éoliens. Peut-être, pourrait-on mettre ce caractère en relation avec la dégradation assez profonde qui apparaît sur ce sol, difficilement avec la pente si on le compare au profil n° 1 qui, pauvre en éléments éoliens et éruptifs reste bien fourni en éléments authigènes. Ce profil n° 1 se trouve également sur une pente aussi raide que celle où on a creusé le profil n° 3.

A la profondeur de 120-100 centimètres, (fragipan), les profils creusés dans les reliques de pénéplaines ne renferment pratiquement plus de minéraux éruptifs. Il serait intéressant de vérifier si cette propriété se maintient pour la base des fragipans dans d'autres régions, ce qui aiderait à dater cette formation particulière. Les éruptions de tufs trachitiques et

(2) F. GULLENTOPS : Découverte en Ardennes de minéraux volcaniques de l'Eifel. Bull. classe des Sciences. T. 38 1952.

basaltiques du Laacher se situent au début de la dernière glaciation ou immédiatement avant. La fin des éruptions pourrait remonter au tardi-glaciaire.

Le matériel éolien devient de plus en plus abondant au fur et à mesure qu'on s'élève dans le profil. Il y aurait donc eu deux phases d'apport d'éléments allogènes : une phase éruptive puis une phase éolienne. Ces éléments étrangers se sont mêlés en quantités variables suivant les circonstances de dépôt au débris authigènes, parfois issus eux-mêmes de deux assises géologiques distinctes comme nous allons le voir.

Cependant, la grande masse des minéraux est authigène. On peut donc considérer que ces sols proviennent surtout de l'altération de la roche éodévonienne sous-jacente. La Tourmaline et la Muscovite qui y sont abondantes se retrouvent les mieux représentées. D'ailleurs, si le facteur limon éolien avait été prépondérant, au lieu d'être noyé dans la masse du limon d'altération qui se mettait en place, il aurait imposé son caractère à l'ensemble du profil et les graphiques cumulatifs obtenus à partir de l'analyse granulométrique accuseraient nettement un profil en chaise comme dans les loess de Hesbaye. Dans la plupart des horizons supérieurs, ce profil en chaise existe toujours, mais fortement atténué. Par contre, dans le Fragipan franc, il disparaît totalement. Ceci coïncide avec les analyses minéralogiques qui notent la disparition des minéraux éoliens en profondeur. Quelques-uns persistent et ont dû être prélevés avec le matériel de remplissage des fentes. Ce fait, joint à la présence de minéraux éruptifs dans le fragipan permettrait de dater cette formation : contemporaine ou postérieure aux éruptions de l'Eifel (début de la dernière glaciation) mais antérieure aux dépôts éoliens (fin du tardiglaciaire).

L'étude morphoscopique des fractions granulométriques classiquement séparées dans les analyses a pu, profil par profil, donner aussi quelques résultats dont voici la synthèse.

Soulignons tout d'abord la monotonie des associations lithologiques : ceci découle évidemment de la monotonie des assises géologiques (grès, quartzites, phyllades, grauwackes). L'interprétation en est rendue plus difficile, mais la pédogénèse est plus lisible, puisque la géologie n'intervient pas par la diversité des éléments qu'elle pourrait fournir.

Les remaniements subis par le sol ont été de faible importance, car les usures vont rarement jusqu'au grain roulé. Les grains éclatés sont rares et ne suffisent pas à prouver l'existence d'une période glaciaire ni encore moins de l'existence de glaciers.

Enfin, point important, on peut observer que, quelque soit la roche sous-jacente, les profils procèdent également pour une bonne part, dans les horizons supérieurs, des assises proches dans la stratigraphie. Ils contiennent en effet des éléments (1) soit d'une couche actuellement dispa-

(1) Il s'agit des éléments compris entre 2.000 et 500 μ s.

rue, soit d'affleurements en surplomb, lithologiquement distincts. Dans les horizons inférieurs seulement, les débris de l'assise sous-jacente deviennent dominants. L'origine d'un profil est donc infiniment plus complexe que celle qu'on semble admettre en signalant simplement : sol sur quartzites ou sol sur phyllades. A tel point que sur les assises monotones de l'Ardenne, il serait peut-être judicieux de négliger dans la légende des sols le terme géologique désignant la roche sous-jacente ou présumée telle, mais de le remplacer par un terme décrivant le faciès général de toute une région. On se réserverait cependant la faculté d'indiquer une manifestation locale et significativement distincte (un banc calcaire ou dolomitique par exemple). Dans l'ordre d'importance des facteurs de pédogénèse, la position géologique s'estomperait au profit de la position topographique ou simplement lithologique. Ce principe peut amener dans une carte des sols ou du « Land's Uses » à abandonner la distinction géologique, du moins pour les sols mûrs pour la distinction en provinces pétrographiques et pour admettre une plus grande influence de la morphologie.

Dans ce paragraphe consacré à la minéralogie des sols de Saint-Michel, un point doit surtout être mis en évidence : la grande complexité d'un profil profond creusé aux abords du pavillon Saint-Michel. Ce profil, dans sa partie supérieure montre des grès désilicifiés, puis plus bas des quartzites et des psammites. Les grès supérieurs sont hundsrückiens, les psammites et les quartzites sont taunusiens. Géologiquement, l'assise est taunusienne, donc les quartzites inférieurs sont authigènes. D'autre part le Hundsrückien est très proche, mais topographiquement plus bas. Cependant, il persiste sur le dôme en lentilles dispersées, très fines, résidus en voie de disparition d'une pellicule étendue. L'érosion en a débité et éliminé les affleurements visibles, mais a respecté les débris fins englobés dans le sol. *Le profil étudié procède donc d'au moins deux roches-mères géologiques. Au cours de sa formation, il a subi au moins deux ères climatiques si l'on se rappelle que les sols du dôme sont tous des sols à Fragi-pan. Enfin, l'analyse minéralogique montre qu'à des époques différentes, des éléments éruptifs puis éoliens se sont ajoutés aux débris locaux.* Notons encore la richesse en fer de certains grains. Ce fer a pu migrer verticalement mais surtout obliquement entraînant l'apparition en certains points de très abondants nodules. Ce profil représente donc un exemple assez complexe de matériaux de départ.

LA ROCHE-MERE GEOLOGIQUE

Il vient donc d'apparaître dans l'étude minéralogique que l'influence de la roche-mère géologique est en fait plus confuse qu'il ne le semble à première vue. Un même profil peut dériver de plusieurs roches. Dès lors, il est difficile, même après avoir établi la carte géologique de définir exactement l'influence réelle des affleurements.

La géologie des sédiments meubles et récents a surtout et presque exclusivement une prépondérance minéralogique : elle fournit le matériau de base. La géologie des sédiments anciens a une plus grande importance quant à l'évolution morphologique. Par la succession de ses bancs durs

ou friables, de ses synclinaux et anticlinaux, elle est la principale inductrice des pentes, des vallées, des expositions, partant, de l'évolution du matériel de base fourni par les sédiments modernes. Si nous excluons le cas des sols squelettiques et non encore formés, quelle importance pouvons-nous lui donner du point de vue « minéralogique » ?

Dans une région assez restreinte, il ne semble pas nécessaire se faire une distinction entre les différents types de substrats géologiques, mais de diviser l'Ardenne en une série de *provinces pétrographiques*. Ces provinces, basées sur l'allure générale de la carte géologique coïncideront assez étroitement avec les différents types de cultures. C'est ainsi que l'on peut voir sur la planchette d'Amberloup des sols surtout à tendance podsoliques et relativement caillouteux (sols Q ou R sur quartzites correspondant à l'extension forestière. Par contre, sur une partie de la planchette de Saint-Hubert, les podsoles sont beaucoup moins abondants, ce qui s'explique par une roche-mère de schistes et de phyllades. Les cultures y sont nettement plus étendues que la forêt. On pourrait dire que Saint-Hubert appartient à une province S, tandis que Amberloup appartient à une province Q. Cette idée rejoint l'observation qu'en Ardenne, l'assise Sg_1 est une assise forestière et l'assise Sg_2 une assise agricole.

Ce serait donc au point de vue régional que la géologie classique qui néglige les sédiments meubles et récents ou remaniés trouverait sa véritable importance. Par contre, sa signification locale doit être faible à l'intérieur d'une même province pétrographique. Nous avons vu en effet que sur Saint-Michel (province Q) des sols sur quartzites ou sur phyllades avaient les fractions granulométriques pétrographiquement semblables. En résumé, voici donc l'importance que l'on pourrait attribuer à chacune de ces deux géologies :

Ancienne :

Géomorphologiquement importante à l'échelle locale.

<i>Minéralogiquement</i>	{	parfois {	importante à l'échelle locale (sols squelettiques);
		toujours {	prépondérant à l'échelle régionale (provinces pétrographiques).

Récente : Importance *minéralogique* dominante à l'échelle locale.

Dans les pierriers, la géologie exerce certainement une influence prépondérante. Mais cette influence est plus mécanique que chimique ou minéralogique. Sur ces éboulis, les phénomènes de creep et de sheet erosion ont joué largement. Ils ont éliminé les éléments correspondant à leur compétence, dégageant ainsi les blocs volumineux et ce d'autant plus que la pente était plus considérable. C'est ainsi que si sur les pentes fortes, le pierrier est bien dégagé et pratiquement stérile, sur les dômes, il s'en-

fonce encore dans les débris organiques et sous les limons. Sur les pentes, ce milieu est éminemment favorable à la formation de podsoles. Le pouvoir rétentif de ces entassements de blocs est en effet pratiquement nul puisqu'au lieu d'être dans un fond, ils se trouvent sur un dôme ou sur une pente (1). Le drainage est très énergique, entraîne les éléments fins que sa compétence lui permet d'emporter et les dépose en pourtour; d'où, au voisinage des pierriers, apparition de zones humides et plus compactes.

Si on compare la carte géologique et la carte pédologique, on remarque quelques discordances de détail. On doit s'y attendre et il faut interpréter ces apparentes contradictions. La carte géologique a été dressée avec une cinquantaine d'observations et de larges interpolations. De plus, elle représente la roche en place parfois recouverte d'une pellicule de roches différentes, allochtones ou autochtones, mais dissociées. On est géologiquement sur du quartzite parce qu'on le trouve en place sous forme de pointement dans des schistes ou des grauwackes disloquées qui constituent la Roche-mère pédologique; ou bien des éboulis de quartzites recouvrent les phyllades visibles en place seulement dans les vallons. En géologie, on notera *phyllades*, en pédologie, *quartzites*. Or ces deux cas, sur Saint-Michel, se répètent fréquemment à cause de la mince couche hundsrückienne qui recouvre le massif taunusien et la facilité avec laquelle se disloquent ces bancs taunusiens.

Nous avons d'ailleurs vu que sur Saint-Michel qui fait partie d'une même province pétrographique, la distinction entre sols sur quartzites et sols sur phyllades n'est que théorique et, en fait, ne représente pas une division réelle par suite du profond remaniement des couches superficielles qui a confondu des éléments lithologiquement distincts dans une même roche-mère pédologique.

Signalons encore qu'on ne rencontre jamais sur Saint-Michel un sol normalement développé lorsque l'affleurement lithologique est trop proche. La présence de la roche trop superficielle entraîne toujours l'apparition de caractères extrêmes. Sur les quartzites fortement diaclasés ou en pente marquée, le caractère filtrant domine et le podsol apparaît facilement, d'où l'exagération des effets d'une erreur de traitement : au lessivage mécanique de la terre brune s'ajoute le lessivage chimique du processus podsolique. Sur les mêmes roches dont la stratification est subhorizontale, le caractère imperméable est exagéré et des fangettes y sont fréquentes. Si on ouvre trop le couvert, si le débardage est trop violent, ou si on introduit des essences dont l'enracinement tabulaire favorise la remontée du plan d'eau, le tassement du sol se fait rapidement sentir et la zone humide s'élargit. Là où affleurent les schistes et les phyllades, le sol a tendance à devenir sèchard et trop filtrant (dans les séries dégradées de Dom Spirlet, par exemple).

(1) On se propose de présenter dans un prochain travail la conclusion d'une étude plus poussée et plus systématique des pierriers de Saint-Michel.

Il est donc assez peu probable de rencontrer un sol bien développé ayant des chances d'être stable si une épaisseur suffisante de roche-mère pédologique ne le sépare de sa roche-mère géologique. C'est d'ailleurs vers cet état que tendent les sols en évolution par le processus naturel de l'*approfondissement*.

LA VÉGÉTATION

Avant d'étudier le rôle de la végétation actuelle, faisons un pas en arrière et demandons nous quels sont les effets encore sensibles de l'ancien régime qu'a subi Saint-Michel : le taillis sous futaie clair de hêtres et de chênes.

Nous avons vu que la plupart des bois facilement accessibles dans les propriétés ecclésiastiques étaient traités en taillis sous futaie. La partie Ouest de Saint-Michel, commode d'accès, plus basse, a subi ce régime. Il fallait alimenter les fourneaux de l'Abbaye qui d'ailleurs précipitèrent sa décadence. Les aires de faulde sont concentrées à l'Ouest et parmi elles, certaines sont très anciennes car le charbon de bois se trouve sous une couche appréciable de *mor* auquel il a d'ailleurs donné un caractère particulier (rougeoiement). Dans la deuxième moitié du XVIII^{me} siècle, alors que le fourneau prenait son essor, le taillis déjà hypothéqué par la paille a subi de nouvelles atteintes et la futaie claire de hêtres et de chênes fut insuffisante pour assurer la protection du sol. Aux endroits exposés sur les pentes Sud-Est, se surimpose un début de podsolisation. Le hêtre ultérieurement introduit et incapable de restaurer le sol qui continue son processus de dégradation.

Quelle est actuellement l'influence du peuplement ?

Le couvert des hêtres est épais, fort heureusement, car ces sols, découverts, s'encombrent rapidement et le processus de dégradation s'intensifie. Sur les sols de qualité suffisante, le hêtre réussit à maintenir la fertilité. Mais là s'arrête son rôle bienfaisant. Sa fane dont le rapport CaO/SiO_2 est très faible dans les sols siliceux sera difficilement appâtée par les vers. Sa lente décomposition sera assurée par les acariens et des processus bactériens mal définis. Encore faut-il pour les permettre que soient réunies des conditions de chaleur, humidité et présence suffisante de bases. Les racines, tabulaires et peu profondes pourrissent dès qu'elles dépassent un mètre de profondeur et n'influencent donc que les couches superficielles du sol.

La plus grande partie des bases des couches profondes ou entraînées dans les couches profondes ne passent plus dans les couches superficielles par le cycle végétatif de l'arbre.

Il ne faut donc pas s'étonner qu'un profil dû à un autre cycle pédogénétique puisse s'imposer facilement aux horizons préexistants puisqu'il

leur est entièrement étranger, le hêtre n'assurant aucun contact. Peut-être aussi est-ce à cause des racines du hêtre respectant les horizons inférieurs que sous les hêtraies des hauts plateaux, on trouve si fréquemment du fragipan. Il serait intéressant d'en connaître l'évolution sous du chêne et surtout sous du pin, dans les mêmes conditions. La succession des essences qui ont vécu sur les sols à fragipan peut avoir influencé la répartition géographique de celui-ci.

Il y a presque un siècle, commençaient les plantations d'épicéas sur les fanges. On les a étendues aux fangettes englobées dans la masse feuillue. La « pompe » naturelle destinée à assécher ces parties mouilleuses était, dit-on, trouvée. L'essence vint bien dans ce milieu et on lui sacrifia le hêtre. On s'aperçoit maintenant que, loin d'assécher la fangette, l'épicéa l'étale et la rend plus humide par la remontée du plan d'eau. L'épicéa diminue certainement la quantité d'eau totale dans le sol, mais son système racinaire traçant n'épuise pas les parties profondes. Il favorise ainsi la remontée du plan d'eau. L'eau totale diminue, mais ce qui en reste forme une nappe suspendue avec remontée du plan d'eau, aggravant la situation initiale et étendant les fangettes (Versumpfung de la littérature allemande). De plus la fane qui se tasse facilement ne contribue pas à améliorer les conditions hydriques. Ce phénomène est parfaitement visible dans une fangette située au Sud de la grande fange de la Flache. Un objet pédologique établi par les soins du F.N.R.S. y montre malgré une apparente variabilité morphologique, une assez grande homogénéité statistique. Il se pourrait en effet que l'action altérante de l'épicéa — par excès d'humidité dans les couches superficielles — ait estompé les différences initiales.

Nous ne parlerons des autres essences, *Tilleul*, *Erable*, que pour déplorer leur absence ou leur trop faible représentation. Ce sont pourtant des adjuvants utiles dont la réintroduction serait un bien pour la futaie (repandre les bases en profondeur, rapide décomposition de la fane, volant dans les aménagements).

Il faut encore signaler l'apport de chacune des essences à la constitution de la couche organique. Cet apport est déjà bien connu et on ne s'y appesantira pas. Signalons seulement que sur Saint-Michel, la fane d'épicéa montre très nettement les trois couches classiques L, F, H. Le paquet d'aiguilles encore reconnaissables semble provenir des débris de quatre ou cinq années; il est assez difficile de se prononcer, l'apport étant irrégulier, avec un léger maximum au printemps. La fane de hêtre semble rester deux ou trois ans. Mais sur les sols superficiels, caillouteux, en forte pente, exposés au vents, la couche de A_{00} est très faible, voire inexistante: le vent l'élimine.

En bref, quelques caractères des sols pourraient être expliqués par la végétation : les sols surimposés sous le hêtre, les podsols sous les chênes trop clairs, la réhumectation sous les épicéas, la persistance du fragipan épargné en profondeur par le système traçant des hêtres.

INFLUENCE DU CLIMAT LOCAL

Les données climatiques et les index obtenus à partir des données climatiques générales ne peuvent évidemment s'appliquer que largement à la partie supérieure de la forêt de Saint-Michel, là où ne joue pas le climat des vallées. Ils nous permettent seulement de vérifier et de répéter quelques observations devenues des banalités depuis la mise au point de MM. Noirfalise et Galoux (1).

Nous nous trouvons ici dans l'étage du Fagetum, mais certainement sur la limite inférieure, car les indices de Lang et Emberger sont faibles. La série d'évolution pédologique est la terre brune lessivée. De par le climat, la région est à vocation forestière.

Le méso et le micro-climat seraient certainement utiles à connaître, mais pour ceux-ci on ne possède aucune indication précise. Les thermomètres à maxima et minima maintenus pendant un certain temps sur Saint-Michel ont simplement confirmé l'énorme différence de température entre l'air libre et la couverture morte du sol aux expositions ensoleillées et par temps calme des chaudes journées.

Quelques indications peuvent être lues à travers le comportement de la végétation d'ailleurs plus sensible que le sol aux modifications mineures de climat, du moins à première vue. Les flancs Sud et Sud-Est, par exemple et surtout dans les parties supérieures que ne protège plus l'atmosphère de la vallée, sont exposés au soleil de l'après-midi et aux vents desséchants. Le bilan d'eau est souvent déficitaire et aggravé par le caractère peu rétentif de ces sols juvénils ou même squelettiques. L'activité biologique y est faible, l'accumulation organique considérable : ce sont les sols secs à *Vaccinium* où le hêtre n'arrive pas à assurer sa régénération (couche superficielle dégradée à traverser et coups de chaleur). L'évolution se complique en certains points des flancs de la Masblette où le vent élimine les feuilles et les accumule dans de petites golettes ou dans les fossés perpendiculaires au ruisseau. Les feuilles y restent en amas considérables longtemps intactes ou seulement rongées par les acariens.

Un autre exemple d'influence micro-climatique est donné par les petites trouées. La strate herbacée y est abondante : *Carex remota* y domine, moins fréquemment *Juncus effusus*. Ceux-ci se développent dans un milieu humide qui ne dérive pas d'un gley plus ou moins profond, mais du tassement de la couche superficielle dû au passage trop important du gibier et à l'action purement mécanique de la pluie.

Concentrée par les branches et les troncs d'arbres, les filets d'eau ont, aux pieds de ceux-ci, lessivé par endroit certains horizons : le cas devrait se présenter théoriquement surtout sous le hêtre qui est l'essence qui

(1) NOIRFALISE et GALOÛX : Les étages de végétation dans l'Ardenne belge. Comm. 2. Centre de recherches phytosociologiques et écologiques de Gembloux, 1959.

concentre le plus d'eau de pluie. Il se rencontre plus fréquemment sous épicea à cause sans doute du pH initialement plus faible de cette fane. Le phénomène est loin d'être général.

J'ai eu l'occasion de prendre aussi souvent que possible le pH des ruisseaux et des sources après les pluies et en diverses saisons de l'année. Ceci pourrait être en relation avec le lessivage plus ou moins intense des sols étudié. Je n'ai pu, faute de temps, donner à cette partie l'importance que je voudrais lui attribuer. Quelques observations ont pu être faites en hiver 1952, au printemps 1953, en plein été 1952 et 1953.

Je ne reproduis pas ces résultats. Ils sont trop fragmentaires pour représenter des observations continues, mais peuvent suggérer une hypothèse de travail.

Une première chose est à remarquer : c'est que le pH des sources et des suintements est infiniment plus sensible que celui des ruisseaux. C'est pourquoi il semble utile de ne s'attacher qu'à un suintement ou une source comme celle qui apparaît à la confluence des ruisseaux Pieds-de-Bœuf et Romarin. La valeur moyenne en cet endroit est de l'ordre de 3,5-4,0.

Une règle générale se dégage de suite : *c'est que le pH remonte après chaque pluie*. Il y a cependant de rares exceptions dont la cause est encore mal apparente. La remontée du pH est due sans doute au lessivage et prouve que les sols de Saint-Michel possèdent encore des bases lessivable. Mais au cours d'une semaine de pluie, *après un accroissement, le pH a tendance à redescendre*.

De même, une pluie tombant au printemps relève plus considérablement le pH que ne le fait une pluie d'automne. Une pluie d'hiver, par contre n'entraîne que peu de modifications.

Il semble bien que l'effet du relèvement du pH par la pluie s'atténue au fur et à mesure que la saison s'avance ou au fur et à mesure qu'une même pluie se prolonge. On dirait que la pluie lessive des bases qui ne deviennent que lentement lessivables et le processus d'élimination ressemble à la décharge d'une pile sèche qui se recharge au repos tout en diminuant son voltage total au cours de l'emploi.

Ceci n'est peut-être pas étranger à l'intensité de l'activité faunique et microbienne au cours de l'année.

Il semble en tous cas que pour les sols, *les pluies de printemps soient plus lessivantes que les pluies de l'automne ou de l'hiver*. Une carte hypsométrique ou le calcul d'un indice devrait pouvoir en tenir compte.

Il faudra cependant vérifier les conclusions qu'on vient de lire car les quelques dizaines de mesures faites dans la seule région de Saint-Hubert ne peuvent avoir qu'une valeur d'orientation dans un travail de recherche ultérieure.

CONCLUSIONS

Dans cet article, on n'a voulu que reprendre les conclusions d'un travail plus important. Elles sont forcément présentées d'une manière un peu sèche. Elles sont incomplètes aussi et certaines ne représentent encore qu'une ébauche, une hypothèse de travail qui devra être fouillée. L'ensemble cependant montre qu'il faut s'adresser à la fois à plusieurs disciplines pour éclaircir quelque peu l'énorme complexité des problèmes de pédogénèse. Certaines de ces disciplines peuvent donner des résultats très encourageants.

Le chapitre historique en particulier a jeté quelque lumière. C'est un moyen d'investigation qui mérite d'être largement utilisé. Mais on peut se rendre compte par les difficultés rencontrées que c'est là un travail de spécialiste. L'idéal serait qu'un historien étudiat le problème mais que le sens des recherches soit indiqué et les questions posées par un pédologue ou un phytosociologue. D'une telle collaboration, de riches enseignements peuvent être retirés, mais ceci sera sans doute très difficile à obtenir.

La morphologie permet également de mieux se rendre compte de l'évolution de certains sols. Inversement, la pédologie peut être un outil fort efficace dans l'interprétation morphologique.

Enfin — on n'en a guère parlé dans cet article — l'étude des photos aériennes donne une image plus exacte de la région et de son relief. On peut ainsi *deviner* le sous-sol sous une couche d'éléments meubles devenus en quelque sorte *transparents* de par les propriétés de la vision stéréoscopique.

Un enseignement semble aussi vouloir se dégager du travail dont j'ai voulu donner ici les conclusions, mais c'est une opinion personnelle peut-être : il y a autant — sinon plus — d'intérêt à examiner longuement et *fréquemment* les sols sur le terrain qu'à les soumettre à de nombreuses analyses de laboratoire. L'examen morphologique pêche certainement par le caractère subjectif d'un grand nombre de ses observations, mais l'analyse chimique pêche par l'apparente exactitude de ses résultats difficilement reproductibles.

RESUME

On se propose une étude des facteurs de pédogénèse. Pour cela, on s'adresse à un terrain relativement restreint : la forêt de Saint-Michel en Ardennes. Chaque facteur étudié permet de tirer quelques conclusions.

L'homme : La forêt de Saint-Michel est l'une des forêts les plus intactes que l'on puisse rencontrer dans notre pays surpeuplé. C'est donc un sujet d'étude intéressant pour des travaux comme ceux qui ont été entamés par le F.N.R.S.

Morphologie : Quelques caractéristiques des sols, orientation des cailloux, types d'érosion, point d'alluvionnement, peuvent s'expliquer par une étude morphologique locale.

Minéralogie : L'étude comparative des minéraux lourds dans les sols et des coupes minces dans la roche permet de démontrer l'existence de minéraux éoliens et éruptifs dans les sols de Saint-Michel. Par cette méthode, on pourrait essayer de dater le Fragipan : contemporain ou postérieur aux éruptions de l'Eifel (début de la dernière glaciation) et antérieur aux dépôts éoliens (fin du tardiglaciaire). L'étude morphoscopique montre qu'en fait, l'origine pétrographique des profils est complexe et qu'un même sol peut procéder de plusieurs roches-mères géologiques, même si l'une d'elles n'est plus localement représentée.

Géologie : On souligne l'importance géomorphologique locale des sédiments anciens. Ceux-ci par contre, s'ils sont encore importants pour définir les provinces pétrographiques, deviennent minéralogiquement secondaires à l'échelle locale.

Une note complémentaire effleure le problème des sols squelettiques.

Végétation : La dégradation des parties les plus affectées date de la deuxième moitié du XVIII^{me} siècle. Le hêtre a permis l'accentuation de ce processus. L'enracinement tabulaire du hêtre et de l'épicéa favorise la superposition de deux profils d'origine distincte. L'introduction de l'épicéa entraîne en certains endroits initialement peu humides, la remontée du plan d'eau.

Climat : Les effets de l'exposition sont étudiés sommairement. On s'attache plus à exploiter quelques résultats de mesure du pH après les pluies. Après chaque chute d'eau, le pH remonte, mais ce relèvement s'atténue au fur et à mesure que la saison s'avance et au fur et à mesure qu'une même pluie se prolonge.

SUMMARY

The intention of the author is to give a most complete study of the factors of pedology. For that reason he considers a comparative limited area : Saint Michel's Forest in the Belgian Ardennes. Each of these factors leads him to some conclusions :

Man : The forest round St Hubert is one of the most undamaged that you can find in our over-populated country. Therefore the samples chosen by the National Funds for Scientific Research have been judiciously taken.

Morphology : A few characteristics of the soil (orientation of pebbles, erosion-types, alluvium-points) may be explained by a local morphological study.

Mineralogy : A comparison between the heavy minerals of the soil and thin sections of the rock proves that there are aolian and eruptive minerals in the soil. A study of the vertical distribution of those minerals might allow the dating of the Fragipan : contemporary with or posterior to the eruptions in the Eifel (beginning of the last glaciation) and previous to the aolian deposits (end of the late glacial age). A morphoscopic study actually shows that the same soil may come at one and the same time from several geological mother rocks, even if one of them is no longer locally represented.

Geology : A stress has been laid on the local geomorphological importance of the geology of the old sediments. These, even if they are still important in the definition of petrographic provinces, are locally of a minor mineralogical importance (complexity of the profile).

Vegetation : The degradation of the most affected parts dates from the second half of the XVIIIth century. The beech-trees have aggravated the process. Their horizontal roots and those of the firs favour the superposition of two profiles of distinct origin. The planting of firs raises the underground water-level in originally rather dry places.

Climate : The effects of exposure have been succinctly studied. More importance has been given to a few results of the measurement of the pH after rain. The pH raises after any rain, but this rising lessens with the progress of the season and with the continuance of rain. Spring rain washes more than autumn or winter rain.

ZUSAMENFASSUNG

Das Ziel des Schreibers ist eine möglichst vollständige Abhandlung über die Faktoren der Bodenentstehung. Dafür nimmt er ein verhältnismässig beschränktes Gelände : der Saint Michelswald in den Belgischen Ardennen.

Jeder dieser Faktoren führt zu gewissen Schlussfolgerungen :

Der Mensch : Der Saint Michelswald ist einer der unversehrtesten Wälder, die in unserm überbevölkerten Lande noch angetroffen werden können. Darum wurden die durch den Nat. Vorrat für wissenschaftliche Forschung gewählten Bestände sorgfältig erhoben.

Morphologie : Einige Kennzeichen des Bodens (Lage der Kieselsteine, Erosionstypen, Anschwemmungspunkte) können erklärt werden durch eine örtliche morphologische Untersuchung.

Mineralogie : Eine Vergleichung der schweren mineralien des Bodens mit einem dünnen Querschnitte des Gesteines beweist das Bestehen äolischer und eruptiver Mineralien im Boden. Ein Studium der senkrechten Verteilung dieser Mineralien möchte zu einer Datierung des Fragipan führen können : gleichzeitig oder später als die Eruptionen in der Eifel (Anfang der letzten Eisbildung) und vor den äolischen Bodensätzen (Ende der Spät-Eiszeit). Eine morphoskopische Prüfung zeigt, dass die petrographische Entstehung der Profile in der Tat nicht einfach ist, und dass derselbe Boden zugleich aus mehreren Mutter-Gesteinen stammen kann, wenn auch eines dieser Gesteine nicht mehr örtlich vorhanden ist.

Geologie : Die örtliche geomorphologische Bedeutung der Geologie der alten Bodensätze wird hier besonders hervorgehoben. Diese Bodensätze, obschon sie noch bedeutend sind in der Bestimmung der petrographischen Provinzen, sind von untergeordneter mineralischen Bedeutung für den Ort selbst. (Verwicklung der Profile.)

Pflanzenwelt : Die Verwitterung der meist angegriffenen Stellen datiert aus der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts. Die Buche hat dieses Verfahren verschlimmert. Seine wagerechte Einwurzelung und diejenige der Weisstanne begünstigen das Uebereinanderliegen zweier Profile von verschiedener Entstehung. Die Einführung der Weisstanne hat das Aufsteigen des Grundwassers an anfangs wenig feuchten Stellen zur Folge.

Klimat : Die Wirkung der Lage wird nur kurz untersucht. Die Ergebnisse der pH Ermessung werden gründlicher studiert. Das pH steigt nach jedem Regen aber dieses Steigen vermindert mit dem Fortschreiten der Jahreszeit und dem Anhalten des Regens. Frühlingsregen waschen mehr als Herbst- oder Winterregen.

NOTE

Etude du microclimat régnant dans un peuplement de genêts entr'ouvert de couloirs de plantation (*) (**)

par

G. VANHELMONT

Le milieu

Thier du Mont de Séviscourt de la Commune de Bras près de Libramont. Altitude moyenne de 565 m. Large plateau et léger versant vers le S et le S-W.

Peuplement de genêts installé naturellement sur un blanc étoc de pessière incinéré en 1950. Les genêts âgés de 4 ans sont très vigoureux et forment une végétation dense atteignant en moyenne une hauteur de 1,50 à 1,75 m.

Des couloirs larges de 0,30 m et distants d'axe en axe de 1 m environ ont été ouverts pour y planter des essences à tempérament plus ou moins délicat (*Abies alba*, *Abies grandis*, *Pseudotsuga taxifolia*, etc.).

La couverture morte consiste en déchets de genêt réunis en une litière de 3-4 cm d'épaisseur, peu décomposée et plutôt sèche, formant écran. Pas de florule et de strate muscinale notables à signaler.

Détermination de la meilleure orientation des couloirs.

Les observations ont été faites pendant la journée du 5 août 1954, par un beau jour d'été, calme, chaud mais très humide car il avait plu abondamment durant la nuit précédente.

(*) Déposé à la rédaction le 17 janvier 1955.

(**) Résumé d'une question spéciale traitée sous le même titre (Manuscrit de 141 pages illustré de nombreux tableaux et graphiques) en annexe du travail de fin d'études.

Les instruments de mesure ont été placés à 0,25 m, 1 m et 1,75 m au-dessus du sol. Nous ne considérerons dans la présente analyse que les résultats intéressant les jeunes plants introduits dans les couloirs (à 0,25 m).

Dans les graphiques joints, les notations seront celles-ci :

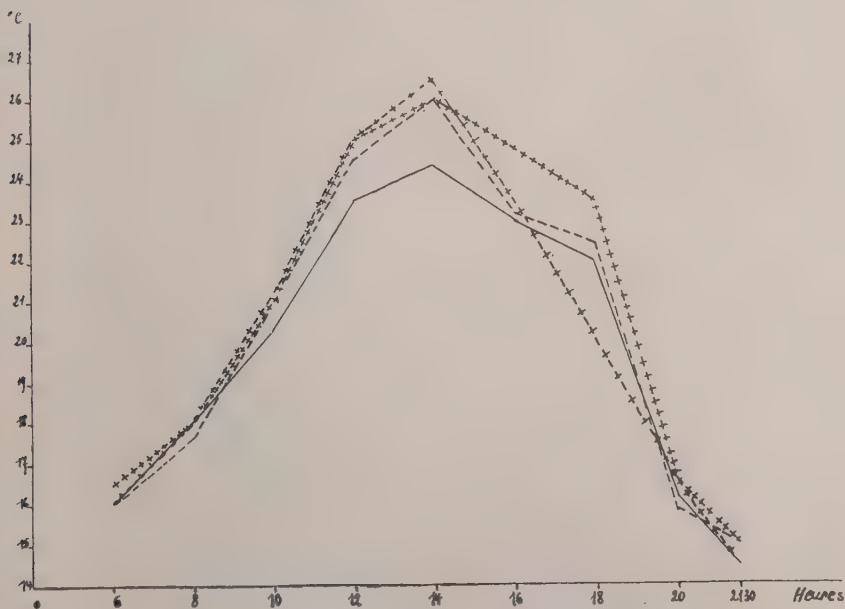
+++++ = coupe nue voisine.
 +-+--+ = couloir orienté N-S.
 ----- = couloir orienté NE-SW.
 ===== = couloir orienté E-W.

Intensité lumineuse (Tableau I).

Les E.R.(*) restent importants aux heures de midi dans le couloir orienté N-S. Ils sont encore assez élevés dans la bande NE-SW. Par contre, ils sont faibles dans le couloir E-W.

Le maximum de l'intensité lumineuse relative (77 %) coïncide avec les températures les plus élevées, pour la direction N-S et également, quoique moins accentué (54 %), pour l'orientation NE-SW. Les maxima sont peu importants et se présentent très tôt ou très tard en ce qui concerne le couloir E-W. La situation y est donc la plus favorable.

Température (fig. 1).



(Fig. 1). — Température de l'air à 25 cm le 5.8.1954

(*) E. R. = Eclairage relatif, c.-à-d. rapport entre l'intensité lumineuse observée en un endroit déterminé et l'intensité lumineuse en terrain découvert, au même instant.

Les courbes relatives aux températures sont à classer par ordre de grandeur décroissante comme suit :

1. Coupe;
2. Couloir N-S;
3. Couloir NE-SW;
4. Couloir E-W, où les conditions paraissent excellentes pour des jeunes plants réclamant un abri.

Quelques particularités sont à signaler et à justifier. Pourquoi le couloir N-S a-t-il une température un peu plus élevée que celle de la coupe pendant les heures chaudes de 12 à 14 heures ? (éclairage dans l'axe du couloir et absence ou freinage prononcé du vent !)

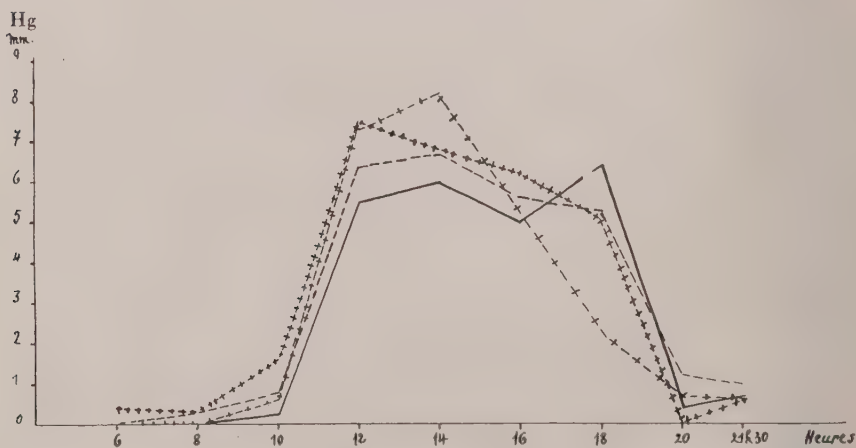
Entre 16 et 18 heures, c'est le tour des bandes NE-SW et E-W à présenter le même phénomène par rapport au couloir N-S (intensité lumineuse entre 16 et 18 h !).

Déficit de saturation (fig. 2).

Les D.S. suivent assez fidèlement les courbes de température, en exagérant parfois une pointe. Ces courbes sont à classer dans l'ordre suivant :

1. Coupe;
2. Couloir N-S;
3. Couloir NE-SW;
4. Couloir E-W.

Particularités à relever et à expliquer, comme pour la température (intensité lumineuse élevée à certaines heures).



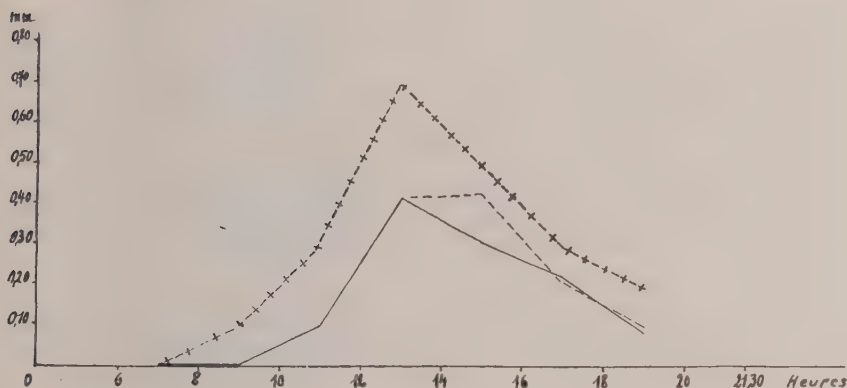
(Fig. 2). — Déficit de saturation à 25 cm le 5.8.1954

Evaporation (fig. 3).

Les résultats relatifs à la coupe ne sont pas signalés ici. On sait par d'autres observations que l'évaporation y est notablement supérieure.

En ce qui concerne les couloirs, les mensurations montrent la nette supériorité du couloir E-W sur les autres bandes orientées de façon différente, surtout aux heures chaudes.

C'est sans doute le résultat le plus important que l'on peut tirer de cette expérience.



(Fig. 3). — Evaporation à 25 cm le 5.8.1954

Mesures à 1 m et à 1,75 m.

Elles confirment le sens des observations faites à 0,25 m mais les différences entre la coupe et les couloirs orientés et entre ces derniers sont plus ou moins atténuées.

Quelle est la véritable nature de l'abri protecteur de genêts denses et élevés formant un peuplement continu ?

Des études microclimatiques ont été faites dans les couloirs tracés dans les genêts et orientés N-S, dans la coupe nue voisine et, à titre de référence, dans un poste météorologique installé dans le dit blanc étoc.

Des observations de longue durée ont été poursuivies durant le mois d'avril 1954 et classées selon le caractère du temps : période cyclonique, période anticyclonique et période à temps variable. Nous ne donnerons ici que les résultats relatifs à la période anticyclonique, les différences étant, comme on le conçoit aisément, atténuées pendant les autres périodes.

Des observations périodiques plus précises nécessitant la présence permanente de l'observateur ont été faites pendant quelques journées typiques. Nous reproduirons simplement celles du 9 avril 1954.

Le lecteur que cette étude intéresse pourra toujours consulter le manuscrit original. Dans le présent résumé, nous donnerons simplement les conclusions, avec quelques commentaires et l'illustration de certains tableaux et graphiques appropriés.

*
**

CONCLUSIONS

En ce qui concerne la *TEMPERATURE* de l'air, les genêts n'offrent pas, dans le couloir N-S, une *protection sérieuse* puisque la dite température y est généralement égale ou supérieure, pendant une bonne partie de la journée, à celle qui règne dans la coupe nue et ce, aux mêmes niveaux (0,25 m, 1 m, 1,75 m). (Tableaux 2 et 3).

Les températures plus élevées observées dans le couloir N-S sont dues à l'absence de brassage des couches d'air par le vent et surtout à l'éclairement relativement important aux heures les plus chaudes.

La nuit, les différences entre la coupe et le couloir N-S des genêts ne sont pas en général aussi accusées que pendant le jour. Il est à remarquer que loin d'être supérieure, la température est, à certaines heures, quelquefois inférieure à celle de la coupe nue (influence du rayonnement nocturne plus intense !).

mais :

a) Les extrêmes thermiques moyens (moyennes des max. et des min.) sont toutefois notablement atténués entre le sol et 0,25 m dans le couloir N-S par rapport à ce qui se passe dans la coupe.

*Observations permanentes pendant la période anticyclonique
du 5 au 12 avril 1954 — Températures maximum et minimum*

TABLEAU 3

Valeurs des moyennes dans la coupe				Valeurs des moyennes dans les genêts			
Au sol		A 25 cm		Au sol		A 25 cm	
Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
19,2	-3,7	12,2	-2,0	12,4	-1,2	12,4	-1,8

Mesure de l'évaporation (Moyennes des moyennes)

Abri (à 150 cm)	Coupe (à 25 cm)	Genêts (à 25 cm)
3,50 cc	2,94 cc	1,21 cc

Il en est de même du minimum absolu (— 10°1 au sol dans la coupe contre — 5°1 dans le couloir) et du maximum absolu (31°3 au sol dans la coupe contre 20°8 dans le couloir).

b) Entre le sol et 0,25 m, l'augmentation de la température dans le couloir N-S ne se manifeste que pendant les heures chaudes, la situation est plus favorable dans la soirée (rafraîchissement) et surtout aux heures périlleuses du matin, de 4 à 6 h (réchauffement).

Pour le *DEFICIT DE SATURATION*, les mêmes conclusions s'imposent: les genêts n'offrent pas, dans le couloir orienté N-S, *une situation plus favorable* que dans la coupe, les valeurs de D.S. étant généralement égales et même supérieures aux heures chaudes (absence de brassage par le vent, insolation plus intense et par conséquent, température plus élevée), sans que, cependant, l'humidité relative soit plus faible dans le couloir. (Tableaux 2 et 6).

Mais où l'abri offert par les genêts dans un couloir N-S à priori mal orienté, s'avère très efficace, c'est dans la réduction importante de la vitesse du vent, de l'évaporation et de la température de la litière et des couches superficielles du sol. (Tableaux 4 et 5).

Il est intéressant de noter que, malgré un déficit de saturation souvent plus élevé dans les genêts, l'évaporation s'y avère néanmoins plus faible, le rôle joué par le vent dans l'évaporation semble donc prépondérant.

On peut d'ailleurs serrer la question en s'adressant à l'équation de ROWHER donnant empiriquement la part de l'évaporation due au vent en fonction du déficit de saturation et de la vitesse du vent exprimée en m/sec. (μ) :

$$E_a = 0,35 (1 + 0,526 \mu) (E - e) \text{ en mm/jour.}$$

Nous avons calculé les valeurs pour la journée du 14 avril 1954 dans la coupe nue et dans le couloir N-S ouvert dans les genêts au poste I, à 1 m du sol. (Tableau 7).

Nous constatons donc que l'évaporation due aux vents est notablement inférieure dans les genêts, ce qui explique parfaitement que l'évaporation totale soit inférieure malgré une température et un déficit de saturation parfois supérieurs.

C'EST LA, A NOTRE AVIS, LE PRINCIPAL AVANTAGE DE L'ABRI DES GENETS.

Septembre 1954.
Chaire d'Écologie végétale.
Chaire d'Économie forestière.

Observations périodiques : le 5 août 1954 — Mesure de l'intensité lumineuse (*).

TABLEAU 1

HEURES	COUPE	G E N E T S					
		Orientation Nord-Sud		Orientation Est-Ouest		Orientation Nord-Est - Sud-Ouest	
		i/I en %		i/I en %		i/I en %	
6 h.	2.400	900	37	100	4	900	37
8 h.	15.000	3.000 à 3.200	20 à 21	3.700 à 3.900	24 à 26	3.400 à 3.600	22 à 24
10 h.	40.000	7.500 à 8.200	19 à 20	5.000 à 6.000	12 à 15	7.500 à 8.100	19 à 20
12 h.	66.000	45.000 à 51.000	68 à 77	4.500 à 5.000	7 à 8	33.000 à 36.000	50 à 54
14 h.	70.500	32.000 à 40.000	45 à 56	6.300 à 7.200	9 à 10	16.000 à 20.000	22 à 28
16 h.	40.000	4.500 à 4.700	11 à 12	6.500 à 7.100	16 à 18	6.100 à 6.300	15 à 16
18 h.	13.000	1.300	10	2.100	16	2.000	15
20 h.	900	310	34	330	36	260	28
21 h. 30	9	0	—	2	22	0	—

(*) Intensité exprimée en Lux au moyen du luxmètre de Lang.

Observations permanentes pendant la période anticyclonique du 5 au 12 avril 1954.

TABLEAU 2

	2 H	4 H	6 H	8 H	10 H	12 H	14 H	16 H	18 H	20 H	22 H	24 H
A. TEMPERATURE DE L'AIR (Moyennes)												
1. Dans l'abri	0.0	-0.4	0.1	1.5	3.8	5.7	6.8	6.3	4.5	2.6	1.5	0.7
2. Dans la coupe	-0.5	-1.5	-1.9	2.0	6.7	9.2	10.6	10.2	8.3	3.5	0.5	0.3
3. Dans les genêts	-0.7	-0.9	-0.6	3.6	8.3	11.2	11.5	9.1	4.8	0.9	0.2	-0.4
B. HUMIDITE RELATIVE DE L'AIR, en % (Moyennes)												
1. Dans l'abri	87	90	75	78	51	50	44	44	54	69	74	82
2. Dans la coupe	71	76	81	78	60	48	41	38	40	48	58	65
3. Dans les genêts	94	94	94	86	64	56	51	55	74	91	93	93
C. DEFICIT DE SATURATION DE L'AIR, en mm de Hg (Moyennes)												
1. Dans l'abri	0.59	0.48	0.57	1.15	2.57	3.58	4.26	4.14	2.92	1.77	1.34	0.87
2. Dans la coupe	1.27	0.93	0.69	1.12	2.97	4.60	9.80	5.91	5.16	3.20	1.98	1.64
3. Dans les genêts	0.24	0.23	0.24	1.54	3.49	4.75	5.19	3.97	1.65	0.50	0.29	0.27

Les instruments de mesure sont placés :

1. à 1.50 m dans l'abri
2. à 0.25 m dans la coupe
3. à 0.25 m dans les genêts (couloir orienté N-S).

Observations périodiques : journée du 9 avril 1954 — Les températures.

TABLEAU 4

HEURES	TEMPERATURE DE L'AIR						TEMPERATURE DU SOL					
	Dans la coupe			Dans les genêts (P II)			Dans la coupe			Dans les genêts (P II)		
	à 25 cm	à 1 m	à 1,75 m	à 25 cm	à 1 m	à 1,75 m	Litière	à 5 cm	à 20 cm	Litière	à 5 cm	à 20 cm
8 h	2,1	2,0	2,0	3,5	4,1	3,5	0,0	1,2	4,0	0,6	2,0	3,3
10 h	7,3	7,0	6,0	9,1	9,0	8,7	2,0	2,1	4,1	2,0	3,0	3,5
12 h	11,5	9,5	8,9	13,0	11,4	12,1	9,9	6,0	4,1	5,0	4,1	3,6
13 h	13,0	11,0	10,0	13,2	13,0	12,5	12,0	8,1	4,2	8,2	5,0	3,6
14 h	13,0	11,5	10,5	10,1	13,0	12,0	11,9	9,0	4,4	7,0	5,0	3,7
16 h	12,3	11,0	10,0	11,1	12,0	10,7	10,5	9,0	4,7	6,2	4,3	3,6
18 h	8,3	8,3	8,1	8,0	8,0	8,1	8,1	8,0	4,5	5,0	4,3	3,4
20 h	4,0	4,3	4,9	3,0	3,0	3,9	3,0	5,0	4,0	3,5	4,0	3,2
22 h	2,0	3,5	3,0	0,5	1,0	1,1	1,0	4,0	4,0	3,0	3,1	3,3
24 h	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,9	3,0	4,0	3,0	3,0	3,2
2 h	-2,0	-1,0	1,0	-2,0	0,0	-1,9	0,9	2,1	4,0	1,5	2,8	3,1
4 h	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	0,5	2,0	3,8	1,0	2,0	3,1
6 h	-3,0	-2,3	-2,0	-2,5	-2,0	-2,0	1,0	2,0	3,9	1,0	2,0	3,1

Observations périodiques : journée du 9 avril 1954 — L'évaporation et le vent.

TABLEAU 5

TEMPS	MESURE DE L'ÉVAPORATION en mm					MESURE DU VENT en m/sec.		TEMPS
	Dans la coupe		Dans les genêts (P II)			Dans la coupe	Dans les genêts (P II)	
	à 25 cm	à 50 cm	à 1 m	à 25 cm	à 50 cm	à 1 m	à 1 m	
8 à 10 h	0.32	0.29	0.28	0.16	0.17	0.10	1.46	8 à 9 h
10 à 12 h	0.95	0.93	0.93	0.41	0.43	0.55	1.44	9 à 10 h
12 à 13 h	0.53	0.59	0.59	0.23	0.22	0.28	0.83	10 à 12 h
13 à 14 h	0.50	0.54	0.48	0.20	0.21	0.24	0.69	12 à 14 h
14 à 16 h	0.83	0.93	0.85	0.36	0.38	0.43	0.71	14 à 16 h
16 à 18 h	0.82	0.90	0.81	0.26	0.30	0.30	0.53	16 à 18 h
18 à 20 h	0.33	0.41	0.39	0.14	0.12	0.14	0.39	18 à 20 h
20 à 22 h	0.15	0.19	0.19	0.04	0.07	0.06	0.24	20 à 22 h
22 à 24 h	0.12	0.20	0.18	0.08	0.06	0.09	0.31	22 à 24 h
24 à 2 h	0.07	0.10	0.11	0.07	0.04	0.01	0.31	24 à 2 h
2 à 4 h	0.00	0.05	0.04	0.01	0.01	0.02	0.28	2 à 4 h
4 à 6 h	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.36	4 à 6 h
	4.62	5.13	4.89	1.91	2.01	2.22	0.41	6 à 7 h

*Application de l'équation de Rowher.
Evaporation due au vent.*

TABLEAU 7

HEURES	COUPE			COULOIR N-S DANS LES GENETS		
	D. S.	Vitesse du vent en m/sec.	E _a en mm/jour	D. S.	Vitesse du vent en m/sec.	E _a en mm/jour
8 h	0.38	4.82	0.86	1.55	0.34	0.62
10 h	1.34	3.02	1.20	2.13	0.41	0.89
12 h	2.34	1.39	1.40	3.37	0.39	1.41
13 h	3.63	1.77	2.43	4.98	0.50	2.19
14 h	3.73	3.28	3.54	3.17	0.52	1.39
16 h	5.20	3.54	5.20	3.99	0.79	1.95
18 h	3.03	2.44	2.42	2.13	0.28	0.83
20 h	2.30	2.45	1.84	1.03	0.30	0.41
22 h	1.46	3.77	1.51	1.75	0.59	0.78
24 h	0.86	2.51	0.69	0.10	0.46	0.04
2 h	0.38	3.52	0.38	0.00	0.76	0.00
4 h	0.20	3.72	0.20	0.20	0.71	0.09
6 h	0.00	3.92	0.00	0.00	0.68	0.00

Bibliographie (*)

DETROUX, L. — Sur les propriétés insecticides du Malathion. — *Meded. van de Landbouwhogeschool en de Opzoekingsstations van de Staat te Gent*, 1954, Deel XIX, n° 3, p. 558-570.

L'auteur a comparé la valeur insecticide de ce nouveau produit avec la Parathion.

De ces quelques essais, il ressort que la Malathion, ou o-o-diméthylthiophosphate du diéthyl mercaptosuccinate, possède des propriétés insecticides proches de celles du Parathion : il serait toutefois plus spécifique, mais l'on peut envisager son emploi comme insecticide de contact dans la lutte contre les pucerons et l'araignée rouge.

Sa faible toxicité et son action insecticide puissante contre la *Calandra Granaria* Linn, permet d'envisager son emploi pour la protection des stocks de grains.

Son action rémanente est d'assez courte durée sur les plantes vivantes mais est plus longue sur les substrats inertes.

Comme le Parathion, il est très stable en présence d'eau et présente également la particularité de pénétrer à travers les tissus de la plante.

■
**

PARMENTIER, G. et DETROUX, L. — Au sujet de nécroses des limbes de la vigne causées par le chlorate de soude. — *Parasitica*, 1954, T.X, n° 3, p. 97 à 98.

Plusieurs cas de nécroses des limbes de la vigne ont amené les auteurs à suspecter l'action des produits à base de Chlorate de soude appliqués sur le sol des chemins bordant les serres.

Les symptômes observés se caractérisent par l'apparition sur les limbes de taches noires, étroites, situées à bordure des nervures ; ces mêmes nécroses peuvent se retrouver sur les pétioles et les tiges non aoûtées.

Les auteurs ont vérifié la responsabilité du désherbant en incorporant du chlorate de soude au sol des jeunes vignes cultivées en pots et des symptômes analogues à ceux décrits plus haut n'ont pas tardé à faire leur apparition sur les vignes, même sur celles qui n'ont reçu qu'une dose faible de chlorate de soude.

L. D.

* Cette rubrique se rapporte à des travaux, publiés en dehors de ce Bulletin, par des membres du personnel scientifique de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches.

Livres reçus

D. STENUIT, Directeur et R. PIOT, Assistant du Service pédologique de Belgique.
— Symptômes de carence en magnésie chez les plantes agricoles et horticoles.
1954, *Service pédologique de Belgique, Héverlé*, 62 p., 40 Fr.

Cette brochure a le grand mérite d'être présentée sous forme d'atlas. Les symptômes de carences magnésiennes des principales cultures belges y sont rappelés sous l'aspect de clichés en couleurs dont le choix heureux et la perfection technique sont à souligner.

Les techniciens agricoles et horticoles et tous ceux qui s'intéressent à la nutrition des plantes trouveront là un petit vade-mecum très utile.

Un résumé des causes de déséquilibre magnésien et une courte notice sur les traitements à appliquer eut, si faire se peut, ajouté à la perfection de cet opuscule.
G. P.

*
**

H. FRANZ. — Die Nordost-Alpen im Spiegel ihrer Landtierwelt. — 1954. — *Universitätsverlag Wagner, Innsbruck*. — 664 p. — O. S. 490.

L'important travail du Dr H. Franz et de ses collaborateurs est une étude extrêmement fouillée de la faune du N-E des Alpes. Les animaux rencontrés sont repris sous leur classification systématique et présentés dans leur milieu avec un très grand souci de détails ; l'auteur définit parfaitement les endroits de capture mais précise aussi le sexe de chaque individu, l'époque et les conditions de récoltes, l'habitat et la dispersion géographique des espèces. Toutes les déterminations ont été faites par des spécialistes de chacun des groupes considérés.

Dans la première partie de l'ouvrage, l'auteur décrit la région de ses investigations ; il la subdivise en dix sous-régions naturelles qu'il définit géologiquement et macro-climatologiquement ; des études microclimatologiques les font mieux connaître encore, notamment par la mise en évidence de l'influence des pentes ainsi que des sommets et des zones boisées comparées aux terrains dénudés ; la nature des roches et du sol, de même que la présence et la durée de la couverture de neige sont également prises en considération. L'auteur décrit aussi de nombreuses associations végétales sur les bases des conceptions de Braun Blanquet.

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée à l'inventaire de la faune. Après avoir rappelé l'importance fondamentale des recensements statistiques fauniques, le Dr H. Franz situe de nombreuses espèces zoologiques dans leur milieu respectif, leurs rapports avec le climat et plus spécialement le microclimat et enfin avec la flore. L'auteur apporte ainsi une contribution très précieuse à la connaissance des biocénoses.

Le Dr H. Franz traite successivement des *Turbellaria*, *Rotatoria*, *Gastrotricha*, *Nematoda*, *Nematomorpha*, *Oligochaeta*, *Hirudinea*, *Gastropoda* et *Bivalva*, *Tardigrada*, *Myriopoda*, *Ophistogoneata*, *Progoneata*, *Acarina*, *Pseudoscorpionidea*, *Scorpionidea*, *Palpigrado*, *Opilionidea*, *Copepoda*, *Isopoda*, *Amphipoda*, *Collembola*, *Protura*, *Entotropha*, *Thysanura*, *Ephemeroptera*.

R. B.

*
**

G. AZZI. — Ecologie agricole. — 1954. — J. B. Baillière et fils, Paris, 16 x 25, 428 p., 60 fig., 3.500 Fr. fr.

L'ouvrage du Professeur G. AZZI, l'éminent Directeur de l'Institut d'Ecologie Agricole de l'Université de Pèrouse (Italie) est un essai fort original de rationaliser l'écologie agricole.

L'auteur a consacré à cette branche, dont il est un des principaux initiateurs, la plus grande partie de son œuvre ; il nous en livre aujourd'hui, dans un ouvrage fouillé et bien documenté, la synthèse et les idées maitresses.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude du climat dans ses rapports avec le développement et le rendement des plantes cultivées ; c'est l'objet propre de l'écoclimatologie agricole, à laquelle l'auteur a voué, depuis 1920, de nombreuses recherches. Partant de la phénologie et d'une reconnaissance des phases critiques de développement, l'auteur élabore le concept des équivalents météorologiques, véritables « unités bio-atmosphériques », définies en tenant compte de l'influence de la pluviosité, de la température et de la durée du jour sur le rendement des diverses cultures. Le calcul des équivalents météorologiques permet de définir, relativement à chaque culture, le climoscope et la formule écologique d'un climat quelconque et de tracer pour chaque région des axes et des zones écoclimatiques.

La seconde partie est consacrée à l'écologie édaphique et centrée sur la notion d'unités-sol ; ces dernières expriment l'ensemble des sols sur lesquels une culture déterminée offre le même comportement, quelles que soient les causes connues ou inconnues de cette équivalence, l'auteur invoquant comme facteurs essentiels : la dotation chimique, le bilan hydrique et l'« arabilité » ou aptitude de la terre à être travaillée.

La troisième et la quatrième parties abordent le problème du rendement quantitatif, qualitatif et génératif, de son déterminisme interne (caractéristiques écologiques de productivité et de résistance) et externe (principe des essais géographiques et de l'analyse différentielle des rendements).

A. N.

Encyclopédie Agronomique et Vétérinaire

MANUEL DE L'AMELIORATION DES PLANTES

par V. LATHOUWERS

Docteur ès Sciences, Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat à Gembloux.

Tome I : L'Amélioration générale

En réimpression

Tome II : L'Amélioration du Froment, 580 pp., 66 fig.

150,00

LE CHENE PEDONCULE ET LE CHENE ROUVRE

Leur culture en Belgique

par A. POSKIN

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. 283 pp., 54 fig., 1 carte en couleurs,

br., 65,00

PHYTOTECHNIE DE L'HEVEA — (HEVEA BRASILIENSIS)

Botanique — Amélioration — Culture et Exploitation

par M. FERRAND

Ingénieur Agronome (A. I. Gx), Chef de la Division de l'Hevea de l'INEAC

Directeur du Centre de Recherches de l'Inst. de Rech. pour les Huiles de Palme et Oléagineux de Paris.

1 vol. 432 pp., 67 fig., 2 hors-textes

110,00

ELEMENTS DE MICROBIOLOGIE GENERALE ET AGRICOLE

par G. VERPLANCKE

Chargé de cours à l'Université de Gand et à l'Institut agronomique de Gand.

1 vol. in-8°, 328 pp., 105 fig.

Epuisé

LES BOVINS

par J. LAHAYE et J. MARCQ

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, Professeur à l'Institut agronomique à Cureghem.

Tome I : La Connaissance du Bétail, 1 vol. in-8°, 208 pp., 166 fig.

130,00

Tome II : Vol. 1. Ethnographie. Hygiène. Reproduction. En réimpr.

Vol. 2. Alimentation, 1 vol. in-8°, 644 pp., 20 fig. En réimpr.

TRAITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

par F. LIEGEOIS

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. XXVI - 926 pp., 3^e édition, 1949.

Sous presse

LA FERTILISATION DU SOL ET LES ENGRAIS

par R. MEURICE

Docteur en Sciences,

Directeur de la Station de Chimie et de Physique Agricoles de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8° ill., 280 pp.

Epuisé

TRAITE D'ECONOMIE RURALE

par A. DELOS

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

Tome I : La Terre, 1 vol. in-8°, 280 pp., 25 fig.,

br. 50,00

Tome II : Le Capital d'exploitation, 1 vol. in-8°, 372 pp.,

Epuisé

PRECIS DE DROIT VETERINAIRE

par F. LIEGEOIS

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. in-8°, 332 pp.,

br. 60,00

TRAITE COMPLET D'AVICULTURE

par J. LAHAYE, J. MARCQ et E. CORDIEZ

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem. Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, 660 pp., 219 fig., 9 hors-textes en quadrichromie, br. 375,00

LE CHEVAL

par J. MARCQ et J. LAHAYE

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux. Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.

Tome I : Extérieur du Cheval, 304 pp., 193 fig.

br. 175,00

Tome II : Zootechnie spéciale. Alimentation. Hygiène. Amélioration.

Sous presse

LA CANNE A SUCRE AUX ANTILLES FRANÇAISES

par J. GUILLAUME

Ingénieur, Chef de Fabrication aux Antilles.

1 vol. in-8°, IX-215 pp., fig.

br. 56,00

ELEMENTS DE PATHOLOGIE VEGETALE

appliquée à la Phytotechnie

par Em. MARCHAL

Professeur émérite à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

P. MANIL et R. VANDERWALLE

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux. Chargé de cours à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, XXIV-540 pp., 205 fig.

br. 290,00

ELEMENTS DE PHYSIOLOGIE VEGETALE

Les bases scientifiques de la Phytotechnie

par Em. MARCHAL

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, XVI - 344 pp., 131 fig.

br. 225,00

TRAITE DE SYLVICULTURE

par A. POSKIN

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, 532 pp., 166 fig.

br. 260,00

A TRAVERS LES FORETS DE PINSAPU D'ANDALOUSIE

Etude de Dendrologie, de Sylviculture et d'Entomologie forestière.

par A. BARBEY

Expert forestier, Docteur ès-Sciences.

1 vol. in-8°, 110 pp., 41 pl.,

br. 40,00
